Untersuchungen über den feineren Bau von Alcyonidium mytili.

Von

Samuel Silbermann

aus Breslau.

Hierzu zwei Tafeln.

Im Gegensatz zu den chilostomen Bryozoen, die in den letzten Decennien mehrfach untersucht worden sind, finden wir über ctenostome Formen nur verhältnismäßig spärliche Angaben in der neuesten Literatur. Zwar haben einige Forscher auch ihr Augenmerk auf Ctenostomata gelenkt, wie es Ehlers getan hat und auch Nitsche, aber da liegen die reichlichen Untersuchungen mehr als drei Jahrzehnte zurück und geben uns bezüglich der feinsten histologischen Details nur wenig Aufschluss. Auch die vor wenigen Jahren von Calvet publizierten „Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires ectoproctes marins“, die sich mit vergleichend entwicklungsgeschichtlichen und histologischen Studien beschäftigen und eingehend die chilostomen Formen berücksichtigen, enthalten nur weniges über Ctenostomata.

So erschien eine genauere Untersuchung der letzteren wünschenswert, und ich folgte gern der Anregung des Herrn Prof. Dr. Seeliger, dieselbe vorzunehmen.

An dieser Stelle möchte ich einer angenehmen Pflicht genügen und Herrn Prof. Dr. Seeliger, meinem hochverehrten Lehrer, für die Überlassung des Materials sowie für die wohlwollende Unterstützung mit Rat und Tat meinen tiefgefühlten Dank aussprechen.

Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. Will für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse sehr verbunden.

Alcyonidium mytili, welches den Gegenstand vorliegender Untersuchung bildet, ist erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zum ersten Male beobachtet worden, nachdem schon eine stattliche Zahl ektoprokter Bryozoen bekannt war.

Den älteren Forschern, die sich mit dem Studium der Bryozoen beschäftigten, war *Alcyonidium mytili* noch fremd, und doch hatten

sie schon andere Species dieser Gattung, die heute noch unser Interesse in Anspruch nehmen, aufgedeckt und beschrieben. Ich erinnere nur an Linné (1), der schon *Alcyonidium gelatinosum* beobachtet und unter dem Namen *Alcyonium gelatinosum* beschrieben hat.

Das Verdienst, das genus *Alcyonidium* geschaffen zu haben, gebührt Lamouroux (2), doch ist ihm unsere Spezies noch fremd, ebenso wie Van Beneden (5), der 1844 eine Anzahl von Arten, die bisher zu *Alcyonidium* gerechnet wurden, von dieser Gattung loslöst und dem von Farre benannten genus *Halodactylus* einverleibt, weil „le genre Alcyon comprenait un grand nombre d'espèces difficiles à classer, et ces polypes y étaient rangés avec d'autres animaux d'une organisation plus simple."

Erst Dalyell (6) beobachtet im Jahre 1847 das Tier, nennt es *Alcyonidium mytili* und bestimmt in wenigen Worten die Form und Gestalt seiner Kolonien.

Genauer charakterisiert sie Smitt (7), wenn er sagt:

„Colonia in crustae formam e centro in circulum vel irregulariter expansa, gelatinosa et hyalina est iuvenis, postea vero saepissime argillosa fit. Zooeciis clausis superficiem externam laevem praebet colonia."

In dieser Diagnose vermissen wir allerdings ein wertvolles Kennzeichen, nämlich die Form der Zooecien, die bereits Hincks durch die Benennung *Alcyonidium hexagonum* hervorgehoben hat. Letzterer Autor weist ferner auf das Hassallsche (4) *Sarcochitum polyoum* hin und hält die Möglichkeit für vorhanden, daß es sich nur um ein Synonym von *Alcyonidium mytili* handelt. Ich kann dem nicht beipflichten, die vielen Papillen und Erhebungen, die *Sarcochitum polyoum* besitzt und die unserm Tier fehlen, lassen die Auffassung einer Identität beider Formen nicht zu. Immerhin spricht die Ausbreitung der Kolonie wie die Zahl der Tentakel dieser Art und auch von *Cycloum papillosum*, das ebenfalls von Hassall benannt ist und der qu. Species sehr nahe steht, für eine enge Verwandtschaft mit *Alcyonidium mytili*.

Das Material, das meinen Untersuchungen zu Grunde liegt, entstammt der Ostsee, ungefähr in der Mitte zwischen der Insel Moen und dem Darser Ort, aus einer Tiefe von fast 25 m. In geringeren Tiefen kommt *Alcyonidium mytili* gar nicht vor oder doch nur sehr selten und unterscheidet sich darin von Membranipora, welche schon unfern des Strandes, wenige Meter tief, aufzufinden ist.

Das Substrat, welches die Tierstöcke von *Alcyonidium mytili* überziehen, ist oft der zu den Braunalgen gehörige *Fucus serratus*, häufiger jedoch sind es *Laminarien*, auf welchen sich auch *Ascidien* (*Styelopsis grossularia*) festsetzen.

Neben den dünnen Überzügen auf Algen untersuchte ich auch Kolonien auf *Mytilus edulis* und bediente mich dabei verschiedener Methoden.

Wollte ich ein Tier lebend untersuchen, so war es notwendig, dasselbe zu isolieren. Zu diesem Zweck wählte ich mir eine möglichst kleine Kolonie von den im Aquarium gezüchteten Stöcken, schabte sie vorsichtig mit Hilfe eines feinen Skalpells von ihrer Unterlage ab und untersuchte die isolierten Tiere unter dem Mikroskop.

Zum größten Teil jedoch konservierte ich das Material und verwendete Osmiumsäure, Osmiumsäure und Sublimat zu gleichen Volumensteilen und besonders Sublimat-Essigsäure in einem Verhältnis von 100 : 2. Nur mit Sublimat zu fixiren erwies sich nicht als empfehlenswert. Es mussten vielmehr auch Säuren angewendet werden, um die den Kolonien meist aufsitzenden kalkigen Fremdkörper zu vernichten. In der Konservierungsflüssigkeit beließ ich die von dem Substrat abgelösten Stöcke 6—8 Stunden, wusch sie mit Wasser aus, führte sie in die verschiedenen Alkohole über, darauf in Jod-Alkohol und färbte sie schließlich. Für Totalpräparate wandte ich meist Alaun-Karmin an, Orange G. nur dort, wo es sich darum handelte, Muskulatur zur Anschauung zu bringen. Alaun-Karmin leistete mir auch bei Schnittpräparaten gute Dienste, wenn ich mich auch hier im allgemeinen zur Differenzierung von Kern und Plasma der Kombination von Delafieldschem Haematoxylin und Orange G. bediente.

Ich wählte für Schnitte mit Vorliebe die nächst dem Rande gelegenen Zooecien aus, da ich bei den mehr zentralen häufig Dissociation wahrnehmen konnte, die möglicherweise darauf zurückzuführen ist, daß die Fixierungsflüssigkeit nicht in der erforderlichen Weise eingedrungen ist.

Die Dicke der Schnittserien betrug meist 5 μ, stärkere Schnitte fertigte ich nur dort an, wo es mir weniger auf histologische Einzelheiten als auf die Anordnung der Elemente ankam, so bei der Muskulatur.

Um ausgestreckte Individuen zu erhalten, ist es notwendig, besondere Methoden anzuwenden: Tiere zu isolieren oder ganze Kolonien vor der Konservierung in narkotische oder anästhetische Flüssigkeit zu legen. Ich versuchte es mit einer ganz schwachen Chloralhydratlösnng, die ich allmählich bis auf 5 % brachte, mit Cocain und auch mit der von Cori (27) empfohlenen und von Stiasny (32) bei Pedicellina mit viel Erfolg angewendeten Mischung von 1 Teil Methylalkohol, einem bis mehreren Tropfen Chloroform und 9 Teilen physiologischer Kochsalzlösung. Aber keines dieser Mittel bewährte sich als durchaus zuverlässig, und ich mußte es schließlich dem Zufall überlassen, Tiere in ausgestrecktem Zustande zu erhalten.

Endlich fertigte ich auch Macerations- und Isolationspräparate an, um die ektodermalen Elemente der Tentakel, in welchen ich Sinneszellen vermutete und auch nachwies, isoliert zu Gesicht zu bekommen. Zu dem Behuf isolierte ich Tiere und fixirte sie auf dem Objektträger unter dem Deckgläschen mit der zugleich als

Farbstoff dienenden Osmiumsäure, die ja ein Specificum für nervöse Elemente ist. Darauf suchte ich sie mit Hilfe einer Flüssigkeit, die aus physiologischen Kochsalzlösung und 2 ‰ Formol conc. zusammengesetzt war, zu macerieren. Ich beließ sie darin 24—48 Stunden, um sie daraufhin in Glycerin oder Formol einzuschließen. Zuerst bevorzugte ich als Einschlußmittel Glycerin, was ja von jeher für Flimmern empfohlen wird, aber bald sah ich, daß eine verdünnte Formollösung die Flimmern viel deutlicher zur Anschauung brachte.

War das Präparat nun soweit hergestellt, so suchte ich durch Klopfen auf das Deckgläschen die Elemente zu isolieren und hatte auch damit Erfolg.

Das Aussehen der Kolonien ist wechselnd und scheint von der Jahreszeit abzuhängen, die ja auch für die Entwicklung des Tieres von ganz besonderem Einfluß ist.

Bei dem mir besonders im Sommer reichlich zugeflossenem Material, welches die Tiere in der Blüte der Entwicklung zeigt, ist mir der irrisierende oder perlmutterartige Glasglanz aufgefallen, die die Kolonie von ihrer Unterlage hervorstechen ließ.

Mit Fortschreiten des Sommers aber und Beginn des Herbstes, wenn die Polypide degenerieren und die Geschlechtsorgane sich bilden und reifen, schwindet der bunte Farbenton, und die Kolonie erhält sich nur einen gewissen, hellfarbigen Glanz. Mitunter verändert sich die Farbe, und der Stock nimmt ein gelbes oder gelbbraunes Aussehen an. Auch braunrote Stöcke kommen vor, wie Van Beneden (5) bei *Halodactyle vélu* beobachtet hat:

„Quelques fois on voit des polypiers entiers d'une teinte rougeâtre assez prononcée produite par de petits points arrondis de cette couleur.“

Diese häufig auftretenden Variationen in der Färbung sind von dem Stadium der Embryonalentwicklung und der Menge des Dotters abhängig.

Was die Größe der Kolonien anbetrifft, so schwankt diese. Es gibt fast zu jeder Jahreszeit kleine Kolonien, die kaum Stecknadelkopfgröße überschreiten und ihr Entstehen einer eben festgesetzten Larve verdanken, größere, die schon viele Knospen und vollentwickelte Tiere aufweisen, und endlich Tierstöcke, deren Durchmesser sogar 8 cm messen kann. In den großen Kolonien fällt besonders die mittlere Region ins Auge, in der reichlich Embryonen und Dotterkörperchen vorhanden sind, die die Mitte des Stockes gelb erscheinen lassen.

Hinsichtlich der Stockform lassen sich nur unbedeutende Differenzen wahrnehmen.

Sobald das Tier beginnt sich durch Knospung zu vermehren, können wir schon in den ersten Anfängen der Entwicklung konstatieren, daß das Tier das Bestreben hat, eine kreisrunde Kolonie zu bilden. Dieselbe Form wird auch weiterhin in den

ältesten Tierstöcken beibehalten und so muß sie als charakteristisch für *Alcyonidium mytili* gelten, wenn dessen Entfaltung vollkommen unabhängig nach allen Seiten hin erfolgen kann.

Abweichungen der Ausbreitungsweise kommen nur da vor, wo ein besonderes Hindernis vorliegt. So büßen Kolonien, die am Rande einer Laminarie gelegen sind, ihre kreisförmige Form ein und werden eckig. Dasselbe gilt für die *Mytilus edulis* überziehenden Stöcke. Hier ist ihnen ein verhältnismäßig kleiner Raum geboten, auf dem sie sich weiter fortpflanzen können. Zu Beginn sind zwar auch hier die Kolonien rund, doch gelangen sie im Verlauf ihrer Entwicklung an den Rand ihrer Muschelschale, so wird ihr Wachstum gestört, die ursprüngliche Form wird beeinflußt, und sie erhalten ein mehr oder minder unregelmäßiges Aussehen.

Wenn man von diesen, fast pathologischen, aber doch immerhin sehr häufigen Fällen absieht, so ist die Ausbreitung der Kolonien unserer Tiere als kreisrnnd aufzufassen.

Innerhalb der Kolonien sind die Individuen verteilt. Sie ordnen sich stets regelmäßig an. Im Centrum, wo die Knospung begonnen hat, sind die ältesten gelegen. Diese vermehren sich nach außen in radiärer Richtung, so daß an der Peripherie die jüngsten Tiere liegen.

Von dieser strahligen Anordnung machen scheinbar ältere Kolonien auf Mytilus Ausnahmen. Hier ist ihrer Knospung nach außen ein rasches Ziel gesetzt, das dazu führt, daß sich die Individuen umso stärker innerhalb der Kolonie vermehren. Dadurch erscheint der radiäre Bau, wenn auch nicht ganz verdeckt, so doch weniger deutlich.

Bei mikroskopischer Betrachtung sieht man, daß sich jedes Tier aus zweierlei ungleichen Teilen zusammensetzt, dem Cystid und dem Polypid, die ehedem von Allman, Nitsche und Reichert als gesonderte Individuen aufgefaßt wurden, von denen das eine sich nur auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzen, das andere aber mit Hilfe von Geschlechtsorganen Larven erzeugen soll, bis endlich die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen ihre Zusammengehörigkeit dargetan und erwiesen haben, daß es sich nur um verschiedene Organe eines und desselben Individuums handelt.

I. Die Leibeswand.

Die äußere Leibeswand von *Alcyonidium mytili* ist wie gewöhnlich bei ctenostomen Bryozoen unverkalkt, ziemlich glatt und zeigt nichts von den besonderen Strukturen, die viele andere Formen auszeichnen. Es fehlen Stacheln und Poren, die viele Species charakterisieren. Ich erinnere an die verschiedenen Arten von Membranipora, an die Flustren, an Mucronella und an andere kalkige Stöcke, deren Oberfläche verschiedenartig strukturiert erscheint.

Die äußere Form der Zooecien von *Alcyonidium mytili* ist nicht konstant. Wenn sie auch in der Regel sechsseitig prismatisch ist, so sind doch auch mannigfache Abweichungen zu konstatieren, welche durch benachbarte knospende Tiere hervorgerufen werden (Fig. 2).

Von den das Zooecium zusammensetzenden Wänden bilden die größte Fläche die Ober- und Unterwand, an deren langen Seiten sich die Seitenwände erheben, die kleinste Fläche dagegen haben Vorder- und Hinterwand.

Die Oberwand ist gewölbt und weist ein den anderen Wänden entsprechenden Bau auf. Sie besteht (Fig. 5) aus einer Cuticula, die Nitsche (8) Ektocyste nennt und einer epithelialen Endocyste, die die Matrix der ersteren ist. Die Zellen in der Endocyste sind flach und nur bei starken Vergrößerungen wahrzunehmen. Die Kerne heben sich scharf von dem sie umgebenden Protoplasma ab. Zellgrenzen sind zuweilen auch ohne Anwendung von Silberimprägnation sichtbar. Was das Epithel der anderen Wände betrifft, so ist es auch da Plattenepithel, jedoch noch weniger hoch als auf der Oberwand. Auf dieser beträgt die Höhe des Epithels durchschnittlich 3,6 μ, auf der Unterseite dagegen etwa 2,4 μ, während das Epithel auf den Seitenwänden der benachbarten Zooecien nicht mehr als 1,2 μ mißt.

Ähnlich verhalten sich die Maße für die Cuticula, die von jeder der Wandungen abgeschieden wird. Die Cuticula der Oberwand ist am dicksten, sie mißt fast 4,8 μ, die der Unterseite hingegen nur 2,9 μ, während die cuticularen Schichten an den Berührungsstellen zweier benachbarten Zooecien wesentlich niedriger sind, frühzeitig schon zusammenfließen und als einheitliches Septum erscheinen, das meist nur 2,9 μ dick ist.

Die Maße, wie ich sie eben gegeben habe, entstammen jungen Zooecien in der Blüte der Entwicklung. In älteren Zooecien hingegen sind die cuticularen Bildungen wesentlich niedriger. Wenn sie auch hier variieren, so erreichen sie doch oft genug kaum die halbe Höhe der entsprechenden Wandungen in jungen Zooecien. Ebenso erscheint das Epithel weit niedriger, es ist unregelmäßig geformt und führt zu Veränderungen, die ich im Kapitel über Degeneration und Geschlechtsbildung am Schluß meiner Arbeit ausführlich besprechen werde.

Während bei den phylactolaemen Bryozoen in der Endocyste Muskelschichten gelegen sind, die besonders bei Plumatella und Alcyonella hoch entwickelt und in Quer- und Längsmuskeln differenziert sind, entbehrt die Leibeswand von Alcyonidium jeglicher muskulöser Elemente.

In dem vorderen Teil der Oberwand des Zooceiums liegt die Austrittsöffnung des Polypids, die nach den Beobachtungen Calvets (29) bei ctenostomen Bryozoen in der Regel viereckig ist. Ich habe sie jedoch bei Alcyonidium (Fig. 2) meist rund oder oval gesehen, allerdings waren bei mir die Tiere in der Mehrzahl der

Fälle sehr stark retrahiert und infolge Mangels eines kalkigen Skeletts die Wände des Zooeciums einander genähert. Vielleicht wurde dadurch die Mündung kreisähnlich geformt.

Hinter derselben liegt bei den Chilostomen der halbmondförmige Deckel, der aus einer Verdickung der chitinösen Oberwand hervorgeht und beim eingezogenen Polypid die Mündung verschließt. Bei meiner Art, überhaupt bei allen Ctenostomata fehlt ein solches Gebilde und stellt ein wichtiges, negatives Merkmal der Gruppe dar.

II. Die Tentakelscheide.

Die Tentakelscheide im weiteren Sinne ist zweischichtig, sie besteht aus zwei flachen, ziemlich fest mit einander verbundenen Epithelien. Das äußere Epithel, das im kontrahierten Zustand direkt die Tentakeln umhüllt, entsteht als Fortsetzung des ektodermalen Hautepithels, das innere Epithel rechne ich dem Mesenchym zu: nur dieses grenzt direkt an die Leibeshöhlenflüssigkeit.

Im kontrahierten Zustand ist die Tentakelscheide schlauchförmig gestaltet (Figg. 2, 3, 4), sie bildet eine Scheide um die Tentakel und gewährt ihnen Schutz und ist nur von dem in sie mündenden After durchbrochen (Figg. 3 u. 4).

Bei ausgestrecktem Polypid (Fig. 1) jedoch wird die Tentakelscheide umgestülpt und umgiebt nicht mehr die Tentakel, die frei hervortreten, sondern den Oesophagus und einen Teil des Darmes.

Über die histologische Struktur der Tentakelscheide kann ich den bisherigen Anschauungen nicht viel hinzufügen. Sie besteht (Figg. 6 u. 7) aus einer überaus flachen Zellage, in der in regelmäßiger Entfernung von einander Kerne ohne nachweisbare Zellgrenzen eingestreut sind, welche mit den Kernen der die Tentakelscheide umgebenden flachen mesodermalen Lage alternieren. Der Tentakelscheide angelagert finden sich faserige Stränge, die ich allerdings weniger deutlich gesehen habe als Freese (21) bei *Membranipora pilosa* und Nitsche (7) bei *Flustra membranacea*. Letzterer glaubt sie als Quer- und Längsmuskelfasern ansprechen zu können und schildert die Längsmuskelfasern als helle, scharf konturierte Fasern, welche, an der Basis der Tentakel ihren Ursprung nehmend, regelmäßig über den ganzen Umfang der Tentakelscheide verteilt sind und in die später von mir zu beschreibenden Parietovaginalmuskeln übergehen sollen.

Eine überaus kräftige Muskulatur habe ich dagegen im Diaphragma wahrnehmen können. Dasselbe verdankt sein Entstehen einer Faltenbildung der Tentakelscheide an der Übergangsstelle der Leibeswand in diese. Es erscheint als kurzer, abgestumpfter Kegel, der an der Spitze offen ist, wenn das Polypid ausgestreckt ist (Fig. 1), im zurückgezogenen Zustand des Tieres dagegen sehen wir das Diaphragma von der Fläche in Gestalt einer Scheibe (Fig. 2).

Das Diaphragma weist außerordentlich deutlich Quer- und Längsmuskelfasern auf. Wie Schnitte und Totalpräparate lehren, die nicht selten stark hervortretende Kerne erkennen lassen, handelt es sich um eine selbständige, mesenchymatöse Muskulatur. Die Quermuskeln bilden einen Sphinkter, der die Öffnung bis auf ein Minimum verschließen kann, der sie aber auch infolge Contraktion soweit gestalten kann, wie es die sich ausstülpende Tentakelkrone erfordert.

III. Die Tentakelkrone.

1. Allgemeines, Beschaffenheit der Tentakelkrone.

Das Aussehen der Tentakelkrone, die die Gesamtheit der Tentakeln ausmacht, ist abhängig von der Lage zur Tentakelscheide. Umgiebt die Tentakelscheide die Tentakeln, wie es normaler Weise geschieht, wenn das Tier sich eingezogen hat, so erscheinen diese, von der Fläche gesehen, als längliche cylindrische Gebilde von geringer Breite, eng aneinander gereiht, wie ich es in den Figg. 2, 3 u. 4 etwas schematisiert dargestellt habe. Verlassen aber die Tentakel die sie umgebende Hülle und treten sie an die freie Oberfläche, so ändert sich ganz wesentlich das Bild der Tentakelkrone, wie Fig. 1 zeigt. Die Tentakel, die vordem eingezwängt in der Scheide lagen, greifen jetzt, wo das Tier ausgestreckt ist, mit ihren Spitzen weit um sich und verleihen der Tentakelkrone ein trichterförmiges Aussehen. In einem solchen Falle wechselt oft der Abstand der Tentakelspitzen von einander, aber der Unterschied ist nie ein so bedeutender, daß die Krone ein wesentlich anderes Aussehen anzunehmen vermöchte, so daß wir ohne Bedenken Fig. 1 als typisch für das ausgestreckte Tier ansehen können.

Die Zahl der hier vorhandenen Tentakel ist eine relativ hohe, wir haben es mit 16 Tentakeln zu tun. Doch ist die Zahl 16 für *Alcyonidium mytili* keineswegs feststehend, sie ist vielmehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen, und zwar nicht nur in verschiedenen Stöcken, sondern sogar in ein- und demselben Stock bei verschiedenen Individuen. Ich fand Stöcke, in denen nur 16 Tentakel vorhanden sind, aber auch solche mit mehr Tentakeln. Die Figg. 6 u. 7, die demselben Stock entnommen sind und Querschnitte durch Tentakel darstellen, liefern einen deutlichen Beweis für die Verschiedenheit der Zahl. In dem ersten Falle haben wir 20, in dem anderen aber nur 18 Tentakel. Ich möchte hier auf einen Irrtum von seiten Calvets (29) hinweisen, der bei der Darstellung der Anatomie von *Alcyonidium cellarioides* meint:

„Par le nombre de ses tentacules, cette espèce se distingue de toutes les autres, où on n'a jamais signalé plus de dix-huit tentacules, sauf de l'*Alcyonidium polyoum*, *Hassall*, qui prossède vingt tentacules."

Wie ich aber oben erwähnt habe, besitzt auch *Alcyonidium mytili*, wenn nicht immer, so doch oft genug 20 Tentakel.

Hierbei sehe ich allerdings von Kolonien auf Mytilus ab, deren Polypide in der Regel 14—15 Tentakel besitzen. Uebrigens ist diese Differenz die einzige im gesamten Bau, welche zwischen den Stöken auf Laminarien und denen auf Mytilus besteht.

Hinsichtlich ihrer Größe stehen die Tentakel in gewisser Beziehung zu ihrem Zooecium, wie Calvet wohl mit Recht meint. Hat man es mit einem Zooecium zu tun, das viel mehr lang als breit ist, so findet man auch die Tentakel relativ lang und oft mehr als die Hälfte der Länge des Zooeciums einnehmend. Das hat Calvet, wenn auch nicht immer, so doch bei der überwiegenden Mehrzahl der von ihm untersuchten Formen nachgewiesen und auch ich habe dasselbe bei *Alcyonidium mytili* angetroffen. Die Tentakel erreichen hier, wie ein Blick auf das ausgestreckte Tier in Fig. 1 lehrt, fast die Länge des ganzen übrigen Polypids, und dementsprechend ist das Zooecium (Fig. 2) ansehnlich lang, aber schmal.

Der Umfang eines Tentakels variirt außerordentlich, wenn Calvet auch anzunehmen geneigt ist, daß er in der Regel im umgekehrten Verhältnis zur Zahl der Tentakel steht. So fand er bei den Ctenostomata *Bowerbankia pustulosa*, *Amalthia lendigera* u. a. die Tentakel nur spärlich, dafür aber außerordentlich dick. *Aetea anguina* und *Eucratea Lafontii* weisen zwar zahlreiche, aber verhältnismäßig nur dünne Tentakel auf. Meine Ergebnisse sind in dieser Hinsicht nicht so positiv ausgefallen, und ich habe nicht nur auf die Stärke der Tentakel in Beziehung zu ihrer Zahl mein Augenmerk gerichtet, sondern auch auf die verschiedenen Regionen eines und desselben Tentakels, und suchte festzustellen, ob sich da constant Verschiedenheiten in der Dicke nachweisen lassen. Es ist mir aber keineswegs gelungen, zu einem immer gültigen Ergebnis zu kommen. Ich fand vielmehr in Kolonien mit ausnahmslos zahlreichen Tentakeln solche von ziemlich schlanker Gestalt (Fig. 8b) und andere wieder (Fig. d), deren Ectoderm, das ja die Dicke eines Tentakels bedingt, relativ sehr umfangreich ist. Der Unterschied fällt umsomehr ins Gewicht, als beide Querschnitte derselben Region der Tentakel, dem oberen Ende, entnommen sind.

Was Anordnung und Stellung der Tentakel anbetrifft, so möchte ich auf die Figg. 6 u. 7 verweisen. In dem einen Falle habe ich die Tentakel an ihrer Spitze samt dem Rectum quer getroffen, in dem anderen ungefähr die Mitte der Tentakel. Ohne auf ihre Zahl Rücksicht zu nehmen, will ich ihre Lagerung besprechen. In Fig. 6, die die Mitte der Tentakel darstellt, sehen wir diese, von der Tentakelscheide umgeben, regelmäßig an der Peripherie angeordnet. Die Spitzen der Tentakel sind sämtlich nach dem Centrum gerichtet, welches bei Färbungen mit Alaun-Karmin hell und durchsichtig erscheint, so daß man geneigt wäre anzunehmen, der centrale Raum wäre frei von jedweden Substanzen. Bedient man sich aber Doppelfärbungen und wendet z. B. Haematoxylin und Orange G. an, wie ich es des öfteren getan habe, so erhält man ein ganz anderes Bild. Die Stellen, die ehedem hell

und transparent waren, erscheinen nunmehr trübe und wenig durchsichtig, zugleich gelblich gefärbt. Stränge ziehen von der Spitze eines Tentakels zum anderen, teils isoliert, teils sich mit anderen kreuzend und verschmelzend, und hie und da sind sie von winzigen, stärker lichtbrechenden Partikelchen durchsetzt. Es sind gleichsam faserige Brücken, die von einem Tentakel zum anderen führen. Die Deutung dieses Bildes dürfte nicht allzu schwer sein. Entweder handelt es sich um eine organische, flüssige Substanz, die koagulirt ist oder aber wir haben es mit einer Verschmelzung jener Wimpern zu tun, die beim lebenden Tier so deutlich zu konstatieren sind, zwischen welche sich Nahrungskörperchen eingelagert haben. Letztere Annahme scheint mir die richtige zu sein.

Der eben beschriebene centrale Raum ist an der Basis der eingezogenen Tentakel vorhanden und erstreckt sich etwa bis zur halben Höhe der Tentakel. Je höher hinauf wir kommen, desto mehr ändert sich das Aussehen eines Querschnittes, und wir erhalten endlich an der Spitze ein Bild, wie es die Fig. 7 wiedergiebt. Hier sind die Tentakel kleiner, rundlicher geworden und haben ihre regelmäßige Lage eingebüßt. Die Spitze ist bald seitlich, bald oben, bald unten gelegen, und der vordere freie Teil ist jetzt mit Tentakeln erfüllt. Aus dieser Lagerung können wir ohne Bedenken den Schluß ziehen, daß den Tentakeln wenigstens in ihren Endteilen eine gewisse Bewegungsfähigkeit eigen ist, mit deren Hilfe sie sich schlängeln und knicken, die ihnen gestattet sich so zu lagern.

Die Form der Tentakel ist in den Figg. 8a—d ersichtlich. In Fig. 8a—c sind Querschnitte, die der Basis und der Mitte der Tentakel entnommen sind, in Fig. 8d ist dagegen ein Querschnitt durch die Spitze eines Tentakels abgebildet. Sogleich fällt die Ungleichheit der äußeren Form auf. Drei von den Tentakeln haben dreieckige Gestalt, einer hingegen ist rundlich und zwar der, welcher der Spitze des Tentakels angehört.

Nachdem ich die grob anatomischen Verhältnisse der Tentakel kurz skizziert habe, möchte ich mich nunmehr eingehend der Histologie zuwenden. Zuvor jedoch möchte ich noch darauf hinweisen, daß wir es keineswegs mit festen, massiven Körpern zu tun haben, sondern daß es sich vielmehr um hohle Gebilde handelt.

Die Tentakel setzen sich aus drei Schichten zusammen: dem äußeren ektodermalen Epithel, dem inneren mesodermalen Epithel und der zwischen beiden gelegenen, nur selten deutlich zu sehenden „membrane anhiste“.

2. Das Ektoderm der Tentakel.

Die Fig. 9 zeigt einen optischen Längsschnitt, der der mittleren Partie eines Tentakels entnommen ist. Die verschiedene Beschaffenheit der beiden äußeren Lagen fällt auf den ersten Blick auf. Auf der einen Seite ist das Ektoderm mehr als doppelt so hoch als auf

der anderen. Hier treten hohe cylindrische Zellen auf, grob granuliert, mit deutlich ovalem Kern, dort flache in die Länge ausgebreitete Zellen, die ebenfalls einen ovalen Kern erkennen lassen, aber nur schwach färbbares Protoplasma aufweisen und hell erscheinen. Diese stellen die äußere Seite der Tentakel dar, jene die innere.

Außen ist das Ektoderm mit Wimpern besetzt (Fig. 9). Auf der inneren Seite sind sie reichlich vorhanden, auf der äußeren dagegen nur spärlich. Ein besonderes Verhalten zeigt mitunter die Spitze des Tentakels (Fig. 10). Sie ist nicht gleichmäßig bewimpert, sondern zeigt auch flimmerfreie Zonen, so daß die vorhandenen Flimmern als Büschel erscheinen. In jedem Falle sind zerstreut stärkere Härchen wahrzunehmen, auf die ich später zurückkomme. Hier dürfte es am Platze sein, noch einiges über die Verteilung der Flimmern bei anderen Formen zu erfahren.

Bei *Bowerbankia pustulosa* und verschiedenen anderen Ctenostomen sind wie bei meiner Art 2 Reihen Cilien vorhanden in der Verteilung, wie ich sie oben angegeben habe. Einige chilostome Formen dagegen wie *Bugula Sabatieri* weisen nur eine mit Cilien versehene Zone auf, und zwar ist in diesem Falle der innere Rand mit Flimmern besetzt, wie Calvets Untersuchungen lehren.

Zwischen den Flimmern fielen mir rundliche oder ovale Gebilde mit stark lichtbrechendem Inhalt auf. Sie beschränkten sich nicht auf bestimmte Regionen, sondern traten ganz unregelmäßig auf, oft in reichlicher Menge. Constant konnte ich sie nur an der Spitze der Tentakel wahrnehmen, wo sie gewöhnlich in der Zweizahl anzutreffen waren. Über ihren Ursprung und ihren Zweck etwas Bestimmtes aussagen zu wollen, dürfte schwierig sein. Zuerst dachte ich an Excrete von Drüsenzellen, nach welchen ich, wenn auch vergeblich fahndete, dann hielt ich es nicht für ausgeschlossen, daß es Gewebspartien seien, Zellentrümmer oder ausgetretene Kerne. Von beiden Annahmen aber bin ich recht bald abgekommen. Wären die Körper von Drüsenzellen secernirt worden, dann müßten die Se- resp. Excrete immer an bestimmten Punkten auftreten, was jedoch nicht der Fall ist. Handelte es sich aber um Gewebstrümmer, dann läge ein pathologischer Fall vor und ein solcher dürfte nicht immer und immer wieder vorkommen. Auf Grund dieser Erwägungen bin ich zu der Auffassung gelangt, daß es sich um Degenerationsprodukte handelt, und zwar fettiger Art, weil sie bei Behandlung mit Osmiumsäure besonders stark hervortreten.

Auf Querschnitten durch Tentakel, die in Fig. 8a—d abgebildet sind, ist ersichtlich, daß das Ektoderm keine ganz constante Zahl von Zellreihen im Durchschnitt aufweist, wenn auch häufig neun zu zählen sind. Die äußere Seite der Tentakel, welche hier im Schnitt als Basis eines gleichschenkligen Dreiecks erscheint, enthält immer drei Zellen, in denen je ein deutlich runder oder ovaler Kern mit Kernkörperchen gelegen ist. Das Plasma der Zellen ist recht fein gekörnt und erscheint nur hell gefärbt. Grenzen

zwischen denselben sind meist nicht wahrzunehmen, nur in Fig. 8d sind solche mit Sicherheit zu constatieren und lassen die recht beträchtliche Größe der Zellen erkennen. An den Schenkeln dieses Dreiecks finden wir oft Zellen von ungefähr derselben Größe, jedoch gröber granuliert und dadurch stärker lichtbrechend (Fig. 8a). Noch dunkler als diese sind die Zellen, die die eigentliche Spitze ausfüllen. Wie wir vorhin beim lebenden Tier, als auch in Formol eingeschlossenen Präparaten gesehen haben, ist diese Seite des ektodermalen Epithels reichlich mit Flimmern versehen, und hier liegen auch, wie ich später zeigen werde, Sinneszellen. Die Zellen sind hier besonders in die Augen springend. Ihre Kerne sind von ovaler Gestalt, ganz grob granuliert, so daß die darin enthaltenen Kernkörperchen nur schwer zu sehen sind. Mitunter sah ich auch Kerne in Kernteilung begriffen. Des öfteren sind mir im Ektoderm bläschenförmige Gebilde aufgefallen, die sich bei Färbangen mit Haematoxylin und Orange G. gelb färbten, die ich nur für nicht näher zu bestimmende Umwandlungsprodukte des Plasma halten kann.

Wie ich schon oben hingewiesen habe, liegen zwischen den indifferenten Zellen des Ektoderms zerstreut Sinneszellen. Da mir über diese und über die zwischen den Flimmern gelegenen „Sinneshärchen" Totalpräparate und Schnitte nur ungenügenden Aufschluß gaben, nahm ich zu Klopfpräparaten meine Zuflucht, und meine Versuche waren von Erfolg gekrönt. Es gelang mir die Sinneshärchen als die äußeren Fortsätze von Sinneszellen nachzuweisen. Bevor ich zu diesen übergehe, muß ich zum Verständnis einige Worte den dazwischen liegenden Ektodermzellen und Flimmern widmen. Fig. 12a stellt eine hohe, cylindrische Zelle dar, deren Innentheil sich kuppelförmig vorwölbt. Sie ist recht stark färbbar, namentlich der Innenteil, und nur der periphere Abschnitt bleibt heller. Der Kern ist in der Mitte gelegen, deutlich oval, mit dunklem Inhalt und zeigt ein Kernkörperchen. Und außen liegen die Cilien in einer ziemlich schmalen, strukturlosen Membran, einer Cuticula, die Calvet in seinen sonst ausführlichen Darstellungen ganz zu übersehen scheint. Sie durchsetzen die Cuticula in kleinen Abständen von einander und lassen diese dadurch gestreift erscheinen. Außerhalb der Cuticula sind die Flimmern gleichmäßig dünn, innerhalb derselben aber an ihrer Anheftungsstelle erscheinen sie petschaftförmig verdickt.

Dem Ektoderm der anderen Tentakelfläche, auf der die Zellen wesentlich niedriger sind, gehören die beiden in Fig. 12b abgebildeten Zellen an. Durch eine etwas schräg zur Oberfläche verlaufende Grenze sind sie von einander getrennt. Sie sind lang und schmal, fein granuliert und enthalten einen ovalen Kern, der kleiner ist als der Kern der Zelle a, mit deutlichem Kernkörperchen. Ihr Inhalt ist bedeutend heller als der der zuerst beschriebenen Zelle, ein Unterschied, der noch deutlicher auf den vorhin studierten Querschnitten hervorgetreten ist. Über die in beiden Zellen vor-

kommenden runden Körper brauche ich nicht mehr zu sprechen. Ich habe sie schon oben behandelt, es sind Degenerationsprodukte des Tieres.

Im Anschluß an diese indifferenten Deckzellen möchte ich nunmehr die bisher der Lösung harrende Frage nach der Existenz von Sinneszellen erörtern.

Daß Sinneszellen bei den ektoprokten Bryozoen vorhanden sind, daran zweifelte man kaum, man vermutete sie aber allenthalben nur und hielt die zwischen den Flimmern gelegenen stärkeren Härchen für ihre Fortsätze, ohne aber dafür den faktischen Beweis erbringen zu können. So hat Ehlers (13) schon vor drei Decennien borstenartige Gebilde von den Flimmern zwar unterscheiden, aber über den Ursprung der „Sinneshärchen" nichts ermitteln können.

Auch Nitsche (8) berichtet, sie bei einigen Formen wie Membranipora pilosa und Alcyonella fungosa deutlich gesehen zu haben, ohne sie aber deuten zu können, und Kraepelin (19) meint: „Es ist wohl zweifellos, daß höhere Sinnesorgane durchaus fehlen, und daß nur das Tastvermögen, vermittelt durch die früher beschriebenen steifen Tentakelborsten, auf einer verhältnismäßig hohen Stufe der Entwicklung steht".

In neuerer Zeit haben Freese (21) und Schulz (30), mit der Histologie der chilostomen Formen beschäftigt, sich auch nur vergeblich bemüht, in diesem Punkte Klarheit zu schaffen.

Dasselbe gilt von Calvet, der in seinem umfangreichen Werke „Bryozaires" von steifen, borstenartigen Gebilden spricht und sie „soies tactiles" nennt. Mit dieser Bezeichnung sagt Calvet nicht mehr als seine Vorgänger, auch er vermutet eben nur Sinneszellen.

Nach mannigfachen Versuchen ist es mir gelungen sie tatsächlich nachzuweisen und die Fig. 13 giebt Aufschluß über meine Ergebnisse. In Fig. 13a sehen wir zwei normal gebaute Ektodermzellen. Der einen derselben liegt ganz peripher eine Zelle von spindelförmiger Gestalt an. Am mittleren Teil ist die Zelle am dicksten und an dieser Stelle enthält sie auch den Kern. Nach beiden Seiten hin verschmälert sie sich wieder und zieht sich in zwei Fortsätze aus. Der eine, der centrale, steigt in gerader Richtung bis zum inneren Rande der Ektodermzelle, der andere, der periphere, dagegen überschreitet den äußeren Rand ganz beträchtlich und wird, zwischen den Flimmern eingelagert, zum „borstenartigen Gebilde". Das Plasma der Zelle ist besonders um den Kern herum gröber granuliert ebenso wie die äußerste Partie der Ektodermzelle, die der periphere Fortsatz durchbricht.

Von ähnlicher Beschaffenheit wie die eben besprochene Zelle ist die in Fig. 13b abgebildete, nur ist sie etwas schmäler, dafür aber ein wenig mehr in die Länge gezogen. Sie liegt nicht peripher, sondern in der Grenzwand zwischen zwei Zellen, also interstitiell. Der äußere Fortsatz ist länger als auf a und der innere, d. h centrale, zieht nicht in gerader Richtung, sondern, mit der Zelle einen stumpfen Winkel bildend, quer über die eine Ektodermzelle

hinweg. Dieser außerhalb der Zelle gelegene Teil läge in natura im Mesoderm, und ich glaube ihn da auch gesehen zu haben (Fig. 9).

Fig. 13c zeigt drei spindelförmige Zellen, die in einer anderen optischen Ebene liegen als die beiden benachbarten Ektodermzellen. Der einen von diesen sind zwei solcher Zellen mit Fortsätzen aufgelagert, der anderen nur eine, und diese Zelle ist fast stäbchenförmig.

Diese drei Bilder genügen, glaube ich, um zu erweisen, daß es sich hier um nichts anderes als um Sinneszellen handeln könne. Wir haben vor uns typische Zellen, spindelförmig gestaltet und im Plasma einen Kern, der im Gegensatz zu den relativ großen Deck-Ektodermzellen klein ist. Die Zellen sind, wie wir gesehen haben, bipolar. Der periphere, starre Haarfortsatz ist ansehnlich dick, und ich glaube annehmen zu können, daß er aus der Vereinigung mehrerer ursprünglich getrennter Sinneshaare entstanden ist, wenn ich auch den Nachweis hierfür nicht habe erbringen können. Der centrale Fortsatz ließ sich bei meiner Methode nicht weit verfolgen, auch konnte ich nicht feststellen, ob die Fortsätze der Sinneszellen untereinander anastomosiren und mit den Ausläufern des später zu beschreibenden Gehirnganglions in Verbindung stehen. Doch glaube ich es mit Sicherheit annehmen zu können. Ich habe oft isolierte Tiere, noch lebend, mit ausgestreckten Tentakeln studiert, zuweilen setzte ich ganz allmählich von der Seite einige Tropfen einer anaesthesierenden oder fixierenden Substanz hinzu und nahm an, daß die nicht mit der Flüssigkeit in Berührung kommenden Tentakel ausgestreckt bleiben würden. Aber meine Vermutung, der Reiz würde lokalisiert bleiben, bestätigte sich nicht, da sich sämtliche Tentakel sogleich contrahierten, obwohl eine gewisse Zeit verstrichen sein muß, bis die Flüssigkeit zur gegenüberliegenden Seite gelangt ist. Und nicht allein bei der Imbibition konnte ich die Tatsache feststellen, sondern schon bei Einwirkung eines noch geringeren Reizes, bei bloßem Druck auf einen Tentakel reagierten sämtliche Tentakel. Diese Versuche dürften zur Stütze meiner Annahme dienen, daß sämtliche Tentakel durch die Fortsätze der Sinneszellen und Ausläufer des Ganglions in Verbindung stehen und erklären die Reaktion sämtlicher Tentakel bei Irritation eines einzigen auf dem Wege des Reflexes. Solch ein komplizierter Zusammenhang, wie ich mir ihn hier denke, ist ja schon bei den auf einer relativ niedrigen Stufe stehenden Hydroiden nachgewiesen worden, wo sich die Nervenfasern, die Ausläufer der Ganglienzellen, unter einander und mit den entsprechenden Fortsätzen der Sinneszellen vereinigen und ein Nervennetz bilden.

Wenn ich noch einige äußere Verhältnisse besprechen dürfte, so verweise ich nochmals auf Fig. 13a, b, c, welche zeigen, daß die Form, die Lage und die Zahl der Sinneszellen variiren können. Ob bestimmte Stellen des Tentakels durch das Vorhandensein von Sinneszellen ausgezeichnet sind, konnte ich nicht mit Sicherheit

eruieren, und das liegt in der Natur der Sache, da in einem Klopfpräparat, das — fast möchte ich sagen — das Bild einer Rumpelkammer darstellt, alles drunter und drüber, außer Reih und Glied zu liegen kommt. Eine Figur aber habe ich noch im Auge, Fig. 10, die doch einigen Aufschluß giebt. Hier ist der Tentakel ein wenig contrahiert und die schmalen Zellen sind etwas in die Länge gezogen, doch das ist weniger von Belang als der Umstand, daß einige Zellen deutlich starke Borsten nach außen entsenden, und zwar entspricht einer Zelle immer nur eine Borste. Mit Sicherheit sind sie als Fortsätze von Sinneszellen anzusehen und gerade hier, wo sie nicht durch Flimmern behindert werden, werden sie leicht die Reize der Außenwelt aufnehmen und auf diese Weise dem Tier die Möglichkeit geben, sich über das umgebende Medium orientieren zu können.

Der Basis des Ektoderms angelagert ist eine helle Zone (Fig. 9), membrane anhiste, wie sie Calvet nennt. Sie ist struktur- und kernlos und nur selten auch auf Querschnitten (Fig. 8d) zu sehen, so eng schließt sich das nun folgende Mesoderm der ektodermalen Schicht an.

3. Das Mesoderm und die Muskulatur der Tentakel.

Das Mesoderm ist äusserst flach (Fig. 9) und nur da, wo die Kerne liegen, wird es breiter. Die Kerne sind länglich oval, enthalten ein Kernkörperchen und sind stärker granuliert als die Kerne des äußeren, schwächer aber als die des inneren Ektoderms. An beiden Seiten ist das Mesoderm so ziemlich gleich stark, nach der Spitze, so schien es mir mitunter, verdickt und verbreitert es sich. In dem Präparat ist noch die Struktur der tiefer gelegenen Elemente zu erkennen. Lange, mesodermale Fasern ziehen in verschiedenen Richtungen und werden hier und da von schlanken ovalen Mesodermzellen unterbrochen. Auch eigentümliche kurze Fasern konnte ich beobachten, Fasern, welche in mehr oder minder stumpfem Winkel in das Ektoderm treten. Sie haben genetisch mit dem Mesoderm nichts zu tun, und ich möchte sie für Fortsätze der vorhin beschriebenen Sinneszellen halten, welche ich im Ektoderm nachgewiesen habe.

Wie auf Querschnitten ersichtlich ist (Figg. 8a—d) umschließt das mesodermale Epithel einen Hohlraum, der sein Entstehen einer Ausstülpung der Leibeshöhle verdankt und der sich in den die Mundöffnung umgebenden Ringkanal fortsetzt.

In den Figg. 8b und d erscheint das Mesoderm außerordentlich transparent. Kerne treten nur wenige vereinzelt auf. An den Stellen aber, wo sie auftreten, verbreitert sich das Mesoderm buckelförmig und erscheint bedeutend stärker als dort, wo Kerne nicht vorhanden sind.

Die viel umstrittene Frage nach der Existenz von Muskelfasern in den Tentakeln veranlaßte auch mich, mich eingehender damit zu beschäftigen. Bevor ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen mitteile, möchte ich kurz die Literatur berücksichtigen.

Die Ansichten, welche in dieser Hinsicht von den Forschern vertreten werden, sind vielfach controvers. Während bei den entoprokten Formen schon seit Decennien das Vorhandensein von muskulösen Elementen in den Tentakeln eine bekannte Tatsache ist, ist man hinsichtlich dieses Punktes bei den Ektoprokten noch heute nicht im klaren. Von Süßwasser-Ektoprokten haben Nitsche (8) und Kraepelin (19) Alcyonella untersucht. Nitsche hat auf Querschnitten der Tentakeln an der ovalen Seite einzelne stark lichtbrechende Punkte zwischen den beiden Epithelien gesehen, die er für Muskelquerschnitte in Anspruch nehmen möchte. Kraepelin dagegen vermag nur an der Basis der Tentakelkrone und an den Armen des Lophophors Muskelelemente nachzuweisen, wagt aber nicht zu entscheiden, „inwieweit sich diese Muskularis am Aufbau der Tentakel beteiligt."

Gänzlich geleugnet wird die Existenz von Muskelfasern von Ehlers (13), der schon vor Jahren die ctenostome Bryozoe Hypophorella expansa untersucht hat und das Fehlen von Muskelelementen in den Tentakeln aus dem Fehlen von Muskeln in der Körperwandung ableitet. Es ist interessant zu erfahren, daß Ehlers eine ganz andere Auffassung über die Tentakel der ektoprokten Formen hat als die Mehrzahl der übrigen Autoren. Während diese nämlich die Tentakel der ektoprokten und entoprokten Bryozoen für ganz homologe Bildungen halten, meint Ehlers, daß die Tentakel der ektoprokten Formen, die schon eine andere Lagebeziehung zu Mund und After aufweisen wie die der entoprokten, diesen auch nicht zu homologosieren seien. Während die letzteren muskulös und stark beweglich seien, sind die ersteren, meint er, starr und unbeweglich. Es handelt sich nach seiner Ansicht überhaupt nicht um homologe Gebilde, sondern um verschiedene Organe. Die Tentakel der Entoprokten stellen die ursprüngliche Form dar, die der Ektoprokten dagegen hätten sich erst später im Laufe der Phylogenie nach Rückbildung der ersteren an anderer Stelle entwickelt.

Zu entgegengesetztem Ergebnis wie Ehlers kommen Freese und Schulz. Sie haben deutlich auf Querschnitten von Tentakeln, dem inneren Epithel dicht anliegend, kleine runde Körper gesehen, welche zweifellos Querschnitte von Längsmuskelfasern sind. Freese fand die Muskelelemente bei Membranipora pilosa, Schulz bei Membranipora membranacea. Erstere Art hat auch Calvet untersucht, jedoch keinen so deutlichen Befund wahrnehmen können. Mitunter sah er allerdings auf Querschnitten im Mesoderm ein oder zwei kleine dunkle Pünktchen, möchte sie aber nicht für Querschnitte von „fibres musculaires" halten, sondern höchstens für Ge-

bilde, welche einem noch nicht vollständig differenzierten System von Fibrillen angehören.

Mir ist es von vornherein klar gewesen, daß eine gewisse Bewegungsfähigkeit den Tentakeln nicht abzusprechen ist. Davon wurde ich durch die Betrachtung des lebenden Tieres, durch Totalpräparate und endlich durch Quer- und Längsschnitte überzeugt. Zuerst versuchte ich es mit Totalpräparaten von Kolonien und isolierten Tieren. In diesen Fällen waren die Spitzen der Tentakel, auf die es mir vor der Hand ankam, nicht immer gestreckt, sondern mehr oder minder gerollt, mitunter sogar um das Rectum herum gelagert, während die übrigen Abschnitte derselben in gerader Richtung ohne Biegung und Knickung verliefen. Aus dieser Lagerung konnte ich schon den Schluß ziehen, daß die Spitzen der Tentakel muskulöse Elemente besitzen. Daß aber auch die anderen Teile muskulös sind, lehren die mikroskopischen Untersuchungen am lebenden Tier. War das Tier unverletzt, so ließ sich in dieser Hinsicht mancherlei Interessantes feststellen. Zuerst bewegen sich die Tentakel, wenn das Tier in Seewasser eingeschlossen ist, überaus rasch, später verlangsamt sich ihre Bewegung. Ein Tentakel bewegt sich seitlich, ein anderer dreht sich um seine eigene Achse, so daß eine Spiralform entsteht, oder windet sich mit seinem Nachbar zu einem Knäuel oder aber verharrt ganz in der Ruhelage. Es entsteht ein durchaus unsymmetrisches Bild, und das lehrt uns, daß die Tentakel unabhängig von einander, jeder für sich seinen Funktionen obliegen kann und vor allem, daß nicht nur die Spitzen, sondern auch die übrigen Abschnitte der Tentakel die Fähigkeit besitzen, sich zu bewegen. Nun wäre freilich zu bedenken, daß eine gewisse Bewegungsfähigkeit auch ohne besondere Muskelelemente möglich wäre. Das noch nicht spezifisch differenzierte Protoplasma ist allein schon imstande, dem Individuum die Möglichkeit der Lokomotion zu verleihen, wie wir es mannigfach bei niedersten Tieren sehen. Aber die Bewegungen, die durch das Plasma bedingt werden, unterscheiden sich doch wesentlich von denen, die durch Muskeln veranlaßt werden, die sich durch Intensität und Schnelligkeit auszeichnen, die bei meinem untersuchten Tier zum Ausdruck kamen. So glaube ich berechtigt zu sein, annehmen zu können, daß die Tentakel muskulöse Elemente besitzen und stütze meine Annahme durch Quer- und Längsschnitte. Zuerst weise ich auf die vorhin erläuterten Figg. 8a, b, d hin. Das Mesoderm zeigt in kurzen Abständen Verdickungen in Form von kleinen Punkten, die hinsichtlich ihrer Größe resp. Dicke variieren, ebenso wie ihre Entfernung von einander eine stets wechselnde ist. Sie möchte ich für Querschnitte von Längsmuskelfasern ansehen, wie es auch ein Teil der vorhin genannten Autoren getan hat. In Fig. 8c, die in dieser Beziehung instruktiver ist, als die vorigen Figuren, hat sich das Mesoderm vom Ektoderm abgehoben, so daß wir die vorhin betrachteten Punkte nunmehr von der Fläche sehen. Sie erscheinen als fein gekörnelte Stäbchen und ziehen, wenigstens drei davon, in

paralleler Richtung. Noch besser läßt sich die fibrilläre Struktur auf Längsschnitten erweisen. In Fig. 11a ziehen die Stränge meist in paralleler Richtung zu einander, bogen- oder wellenförmig. Ihre Größe schwankt. Die peripher gelegenen sind am kürzesten, während die Stränge nach der Mitte zu an Länge beträchtlich zunehmen. Sie liegen isoliert, berühren sich nicht, sondern verlaufen in ziemlich weiten Abständen von einander. Eine feine Körnelung ist ihnen allen gemeinsam und an gewissen Stellen wird sie gröber, so daß das Licht doppelt gebrochen zu werden scheint, doch habe ich eine Untersuchung der gekörnten Fasern im polarisierten Licht nicht ausgeführt. Daß es sich hier um Primitivbündel handelt, ist, wenn auch nicht ganz sicher, so doch höchst wahrscheinlich. Jedenfalls sehen wir in einigen Fällen eine Auflösung in feinste Fibrillen.

In Fig. 11b liegen die Verhältnisse ähnlich. Auch da können wir Querstreifung an den Fasern wahrnehmen. Und hier tritt noch ein Moment auf, das besonderes Interesse beansprucht, da hier, zwischen die Fibrillen eingesprengt, sehr deutlich ein Muskelzellenkern zu sehen ist. Er ist von ovaler Gestalt und enthält ein Kernkörperchen. Um ihn herum ist eine Verbreiterung des Protoplasmas wahrzunehmen, welche nach den distalen Seiten wieder abnimmt. Zweifellos haben wir es mit einem Rest von Zellen zu tun, welche die Muskulatur gebildet haben.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der marinen und auch Süßwasser-Bryozoen ist ein den Ösophagus umgebender Hohlraum nachgewiesen worden, ein Ringkanal, den ich schon oben angedeutet habe, in den die Lumina der Tentakel münden.

Nitsche (8) hat seine Existenz für Flustra, v. Nordmann für Cellularia, Freese (21) und Schulz (30) für Membranipora, Calvet (29) für Bugula festgestellt, umsomehr muß es Wunder nehmen, wenn Ehlers sein Vorhandensein für alle darauf geprüften Bryozoen: Hypophorella, Vesicularia, Halodactylus, Lepralia in Abrede stellt. Auch Kohlwey (16) hat bei Halodactylus diaphanus ein Ringgefäß, mit welchem der hohle Teil der Tentakel kommunizieren soll, nicht nachweisen können.

Bei *Alcyonidium mytili* ist ein solches sicherlich vorhanden, wie es sich aus den Figg. 14 u. 36 ergibt, wenn sich auch eine Verbindung mit der allgemeinen Leibeshöhle nicht nachweisen ließ. Es wird von dem mesodermalen Epithel ausgekleidet, das auch die Lumina der Tentakel umgibt, das äußerst flach ist und nur dort, wo die Kerne liegen, etwas verbreitert erscheint. Peripher an der aboralen Seite verschmilzt der Ringkanal mit dem Epithel der Tentakelscheide, die seine äußere Begrenzung bildet.

Hinsichtlich der physiologischen Funktion des Ringkanales möchte ich mich der Ansicht Salenskys (12) anschließen, welcher den Ringkanal und die Lumina der Tentakel als ein Gefäßsystem auffaßt. In diesem Falle müßte die Tentakelkrone als Respirationsorgan anzusprechen sein, sowie die Tentakelscheide, die infolge ihrer dünnen pithellage Eleichter das sauerstoffreiche Meereswasser diffundieren läßt.

IV. Das Gehirnganglion.

Das Gehirnganglion, das das zentrale Nervensystem darstellt, ist dem Ringkanal benachbart und liegt auf dessen analer Seite. Es ist von außerordentlicher Kleinheit und bei *Halodactylus diaphanus* noch garnicht beobachtet worden, wie Kohlwey (16) sagt: „Überhaupt ist bei diesem Tier noch nichts entdeckt worden, was als Nervensystem hätte gedeutet werden können."

Bei *Alcyonidium mytili* ist das Ganglion von ziemlich runder oder ovaler Gestalt, wie die bei Öl-Immersion entworfene Figur 15 zeigt. Umgeben ist es von einer Mesenchymhülle, die bei Ganglien so sehr verbreitet vorkommt, die hie und da spindelförmige Kerne mit Kernkörperchen aufweist.

Das Ganglion besteht aus einer inneren Punktsubstanz und einer äußeren Rindenschicht. In letzterer liegen die Ganglienzellen, streng peripher, nur selten ist eine Zelle dem Zentrum genähert. Ihre Form ist rund oder oval und wechselnd in der Größe. Ein großer, fast bläschenförmiger Kern zeichnet sie aus, der ein Kernkörperchen besitzt. Von diesem ziehen feine Lininstränge, in denen Chromosome eingebettet sind, zur Peripherie. Der Inhalt des Kernes erscheint hell und hebt sich scharf gegen das dunkler gefärbte Protoplasma der Zelle ab. Dasselbe setzt sich in Ausläufer fort, und man kann auch hier uni-, bi-, tri-, und multipolare Ganglienzellen unterscheiden, wenn sich auch die Fortsätze nur auf kurze Strecken verfolgen lassen.

Was die Größe der Zellen anbetrifft, so ist bei einer Zelle der Längs- und Querdurchmesser gleich groß, er mißt etwa 3,6 μ. Bei den übrigen ist der Längsdurchmesser wesentlich größer als der Querdurchmesser. Jener schwankt zwischen 2,4—3,6 μ, während der Querdurchmesser meist nur die Hälfte hiervon beträgt. Ebenso varriiert die Größe der Kerne, von denen ich einen mit einem Längsdurchmesser von 2,2 μ, die Mehrzahl jedoch etwas weniger messend gesehen habe.

Durch Kreuzung der Fasern entsteht die innere Substanz, die homogen gekörnelt erscheint. Nur an einzelnen Stellen, an denen es sich um stärkere Fasern oder um eine reichere Ansammlung derselben handelt, sehen wir gröbere und dunklere Körnchen und Färbungen.

Von peripheren, vom Hirn entspringenden Nerven habe ich nur einen beobachtet, welcher lateral aus dem Ganglion entspringt (Fig. 15) und sich zu einer feinen Faser verjüngt. An der ihm gegenüberliegenden Stelle ist ein Lückenraum zwischen zwei Ganglienzellen zu beobachten, an dem die Punktsubstanz bis an die Peripherie reicht, den Nerv selbst jedoch habe ich hier nicht wahrnehmen können.

Näheres habe ich auch bei Betrachtung des lebenden Tieres

ebensowenig eruieren können, wie Nitsche, Ehlers und Calvet bei anderen marinen Formen.

Zu interessanten Resultaten dagegen sind die sich mit den ektoprokten Süßwasser-Formen und mit den Entoprokten beschäftigenden Autoren gekommen. Da ihre Ergebnisse prinzipiell nicht von einander abweichen, will ich nur Harmers (18) gedenken, der *Loxosoma* untersucht hat.

Harmer beschreibt das Ganglion, das schon vor ihm von Nitsche, Schmidt und Salensky zwar gesehen, aber falsch gedeutet worden ist — es wurde für einen Teil des Fortpflanzungsapparates gehalten — als ein nierenförmiges Organ, das aus einem Mittelstück und zwei kugligen Gebilden besteht. In letzteren sieht er deutlich ausgeprägte Ganglienzellen, während der mittlere Teil derselben entbehrt und sich aus einer faserigen Substanz zusammensetzt. Vom Ganglion ziehen periphere Nerven, die Harmer beim lebenden, außerordentlich transparenten Tier auf weite Strecken hat verfolgen können. Besonders tritt ein Paar Nerven hervor, das sich durch seine gangliösen Anschwellungen und seine feinsten Ausläufer, durch ein Büschel von Haaren, auszeichnet: „The most conspicuous part of the peripheral nervous system is formed by a pair of tactile prominences on the posterior wall of the calyx, and by the strong ganglionated nerves connected with these organs.“

Ebenso treten andere Nerven vom Ganglion aus und verlaufen unter Bildung gangliöser Anschwellungen in der Richtung der Tentakel. Bevor sie die Basis derselben erreichen, spalten sie sich in mehrere Äste, von denen einer stets einen Tentakel versorgt. Hier verzweigen sie sich wieder und entsenden Seitenäste, die in steifen Borsten enden, die ich für homolog und analog den von mir beschrieben Fortsätzen der Sinneszellen bei *Alcyonidium mytili* halte.

In entgegengesetzter Richtung wie die eben genannten Nerven hat Harmer nur einen Strang wahrnehmen können, der den Stiel zu versorgen scheint, es ist ihm aber nicht gelungen, die Innervation des Ösophagus und Magens infolge ihrer geringen Transparenz zu eruieren, wenn er auch annehmen kann, daß „the elongated cells of the epistome and oral end of the oesophagus have doubtless a sensory function, being probably endowed with the faculty of taste or smell.“

V. Der Digestionstraktus.

Der Digestionstraktus besteht aus drei gesonderten Abschnitten, aus dem Ösophagus, dem Magen und dem Rectum. Den Eingang in den Ösophagus hat man wohl gemeiniglich als Mund bezeichnet, am Magen unterscheidet man die Cardia, den eigentlichen Magen mit dem Blindsack und den Pylorusteil, der in den Enddarm führt.

a) Allgemeines.

Die Lagerung der einzelnen Teile des Darmkanals ist nicht immer eine ganz gleichmäßige, sondern hängt von dem jeweiligen Kontraktionszustand der Muskelgruppen ab, die auch für die Lage der Tentakel von bestimmendem Einfluß sind. Wie dieser Prozeß vor sich geht, will ich jetzt nicht berühren, ich werde es später bei der Funktion der Muskeln näher ausführen, nunmehr werde ich nur die verschiedenen Möglichkeiten der Lageveränderungen andeuten.

Ist die Tentakelkrone eingestülpt und liegt sie innerhalb des Zooeciums, von der Tentakelscheide umhüllt, wie es die Figg. 2—4 veranschaulichen, so ist der Ösophagus in der Symmetrieebene der Tentakelkrone gelegen und bildet die genaue Fortsetzung derselben.

Der Cardialteil hingegen biegt schlingenförmig ab, steigt, in paralleler Richtung zur Tentakelkrone (Fig. 3), bis zum Magen auf, der sich in den Blindsack krümmt und unter Bildung einer Einschnürung in dem Rectum endet, das wieder in der Symmetrieebene der Tentakelkrone zu liegen kommt.

Ein solches Bild bieten die Mehrzahl der Polypide. Oft genug aber sehen wir Abweichungen und Fälle, die wesentlich anders liegen. Ich weise nur auf Fig. 4 hin, wo ein Übergangsstadium zu einer anderen Lagerung zu beobachten ist. Während in Fig. 3 sich der Cardialteil in einer gewissen Entfernung von der Tentakelkrone erhebt, sehen wir ihn hier mit seinem inneren Abschnitt die äußersten Tentakel bedecken. Bei weiteren Betrachtungen fallen Tiere auf, die sich nicht nur mit ihrem Cardialteil, sondern fast mit dem ganzen Darmkanal über die Tentakel lagern, wie es Fig. 2 darstellt. Weniger häufig ist die folgende Kontraktionsform zu beobachten: Auf der einen Seite außerhalb der Tentakel liegt der Anfangsteil des Cardialteiles. Dieser wendet sich kreuzartig den Tentakeln zu und bedeckt sie mit seinem mittleren Abschnitt, während der in den eigentlichen Magen übergehende Endteil desselben sowie das Rectum sich außerhalb der Tentakelkrone auf der anderen Seite befinden. Es wird dadurch eine S-Form gebildet, die nur in ihrem mittleren Teil den Tentakeln aufgelagert ist.

So sehen wir, daß die Lageveränderungen des Darmkanales recht mannigfache sein können und können schon daraus auf eine recht ansehnlich entwickelte Muskulatur schließen. Dieselbe kann nicht nur den Darmkanal in seiner Gesamtheit verschieden gestalten, sondern bedingt auch viele Variationen in der Form seiner Abschnitte, wenn auch zugegeben werden muß, daß nicht alle Verschiedenheiten, welche zu Tage treten, durch muskulöse Kraft hervorgebracht sind, sondern auf anatomische Mannigfaltigkeiten zurückzuführen sind.

Der Oesophagus ist meist rund (Fig. 4), weniger oft in die Länge gezogen (Fig. 3) und weist einen verdickten vorderen Rand auf, der die Mundöffnung umschließt. Um ein vielfaches an Länge

wird er vom Cardialteil übertroffen, der gewöhnlich glatt verläuft und nur hie und da (Fig. 3) Einschnürungen zeigt. Anders verhält es sich mit dem Blindsack, der sehr verschieden geformt sein kann. Ich will nur einige Modifikationen herausgreifen, auf die sich viele andere Bildungen zurückführen lassen.

Die häufigste Form ist die in Fig. 4 abgebildete. Der Blindsack, der von rundlicher Gestalt ist, ist zur Cardia in einem Winkel von etwa 30° gerichtet und reicht bis zum oberen Drittel dieses Abschnittes. Die Größe des Winkels jedoch zwischen Blindsack und Magen ist keineswegs konstant. Sie kann zunehmen, sie kann sich aber auch verringern, wenn, wie es gelegentlich geschieht, der Blindsack nicht scharf vom Cardialteil abgesetzt ist, sondern ganz in diesen einbezogen erscheint.

Eigenartig gebaut erscheint der Blindsack des vorhin beschriebenen S-förmig geschlungenen Darmkanales. Er geht nicht in gerader Richtung, wie wir ihn sonst antreffen, sondern bildet eine Schlangenlinie und läßt den Winkel zwischen Cardialteil und Blindsack abgerundet erscheinen.

Fig. 3 endlich zeigt ein Tier, dessen Magen in der Breiten-Dimension eine mächtige Ausdehnung erfahren hat. Sein Blindsack ist so gut wie garnicht ausgebildet und setzt sich nur durch eine oberflächliche Einschnürung wenig scharf vom Magen ab.

Ich habe bisher einen Punkt außer acht gelassen, den ich noch kurz streifen möchte, er betrifft auch die Lagerung des Blindsackes.

In den eben geschilderten Fällen ist derselbe peripher gelegen. In einer Kolonie aber, die auf Mytilus edulis festsitzt, in der die Polypide schon zu degenerieren beginnen, habe ich eine Abweichung von der Norm gefunden. Ich habe unter normal gebauten Polypiden zwei nebeneinander gelegene beobachtet, welche ein abweichendes Verhalten zeigten. Hier war der Blindsack nicht wie sonst gelagert, sondern bei gleicher Ursprungsstelle um 90° gedreht. Ich suchte noch nach weiteren solchen Fällen, ohne daß es mir gelungen, wäre sie ausfindig zu machen, und ich trage daher kein Bedenken jene als Abnormitäten hinzustellen.

Vom Blindsack resp. Magen gelangen wir in den Pylorus. Derselbe giebt sich durch eine Einschnürung des Magens kund und ist mehr oder minder verengt. Ihm folgt das Rectum, dessen Aussehen von dem jeweiligen Inhalt desselben abhängt. Ist der Enddarm leer, so erscheint er relativ lang und schmal und weist ein verhältnismäßig breites Epithel auf (Fig. 3). Haben wir es aber mit einem prall mit Faeces angefüllten Rectum (Fig. 4) zu tun, so ist seine Form eine ganz andere, indem sich das Rectum aufbläht und das Epithel ganz flach werden läßt. Wenn auch hier schon der Unterschied klar zu Tage tritt, so werden später auf Querschnitten die Gegensätze noch deutlicher.

Bevor ich zur Histologie übergehe, will ich einen Blick auf ein ausgestülptes Tier werfen.

Fig. 1 zeigt ein solches, das seine Tentakel ausgestülpt hat und ein wesentlich anderes Bild darbietet als im retrahierten Zustand. Die Veränderungen, die die Tentakelkrone und andere Organe betreffen, will ich hier nicht berühren, ich habe sie schon oben behandelt, hier interessiert uns nur der Darmtraktus. An demselben kann man nicht mehr wie vorhin den kurzen Oesophagus einerseits und den langen übrigen Darmkanal anderseits unterscheiden, sondern der ganze Verdauungstraktus hat sich gestreckt und ist dem aus dem Zooecium ausgetretenen Oesophagus fast in dessen Symmetrieachse gefolgt.

b) Histologie.

Wie schon Nitsche für *Flustra* festgestellt hat, setzt sich der Darmkanal aus drei Schichten zusammen: einer mesodermalen, äußeren Epithellage, dem Darmfaserblatt, einer mittleren Lamelle, die der „membrane anhiste" der Tentakel entspricht, jedoch inconstant im Vorkommen ist, und einer inneren Epithelschicht, dem Entoderm.

Die äußerste Epithelschicht ist zart und fein und überzieht als dünnwandige Membran den ganzen Darmtraktus (Figg. 16 u. 17). Sie entspricht dem Peritoneum der höheren Tiere. In ihr liegen Zellen, deren Grenzen bei Flächenansicht zu sehen sind. Die Kerne sind von spindelförmiger Gestalt, dunkel gefärbt und enthalten immer deutlich das Kernkörperchen.

Die mittlere Schicht ist strukturlos und wird häufig überhaupt nicht abgeschieden.

An ihrer Statt sehen wir in der Region des Oesophagus (Fig. 14) eine überaus zarte Muskelschicht, die zwischen Mesoderm und Entoderm eingelagert ist. Die Fibrillen präsentieren sich uns als stark lichtbrechende Plättchen von rechtwinkliger Gestalt. Ihre Größe und ihr Abstand von einander variiert nur wenig, und ihre Form scheint auf eine Ringmuskulatur schließen zu lassen. Fig. 14a aber, die einen Teil des oesophagealen Epithels, dessen Darmfaserblatt sich abgelöst hat, bei starker Vergrößerung vergegenwärtigt, belehrt uns eines anderen. Es zeigt sich, daß die Fibrillen nicht von gleicher Länge sind, sondern erheblich von einander differieren. Auf eine verhältnismäßig lange Fibrille folgen solche von kurzem Durchmesser und diesen wieder eine längere Fibrille, so daß meine Vermutung, daß es Ringmuskeln seien, wenig für sich hat. Ich glaube vielmehr es mit schräg verlaufenden Muskeln zu tun zu haben, zumal ich analoge Muskeln auf Totalpräparaten besonders deutlich am ausgestreckten Tier gesehen habe. Fig. 1 zeigt, daß die Muskeln spindelförmig gestaltet sind. Sie verlaufen teils in gerader Richtung, teils sind sie gekrümmt und gewellt. Ihre spitzen Enden scheinen in einander überzugehen und zum Teil zu anastomisieren.

Es lag nahe, diese Muskulatur als eine epitheliale, vom Entoderm abgeschiedene aufzufassen. Schnitte aber, auf denen sich die Muskulatur vom Entoderm abgehoben hat, sprechen deutlich dagegen, da hierdurch ein Lückenraum zwischen beiden Lagen entsteht, der nicht möglich wäre, wenn die Fibrillen vom Entoderm abstammten. Auch Totalpräparate (Fig. 1) sind in dieser Hinsicht überzeugend. Sie lassen in den Muskeln deutlich Kerne hervortreten und erweisen so den selbständigen, mesenchymatösen Charakter derselben.

Diesem verhältnismäßig starken Muskelgeflecht entsprechend zeigen die von mir beobachteten lebenden Tiere sehr vehemente Bewegungserscheinungen. Wie der Cardialteil so verändert auch der Oesophagus in einemfort seine Gestalt. Bald ist er stark ausgedehnt, bald kontrahiert und eingeschnürt.

Was das Entoderm anlangt, so bietet es die mächtigste Schicht im ganzen Darmtraktus dar und zeigt in den einzelnen Abschnitten die meisten Differenzen, welche durch verschiedene Funktionen bedingt sind.

Der Eingang in den Oesophagus, der von den Autoren als Mund bezeichnet wird, ist durch hohes Cylinderepithel ausgezeichnet (Fig. 14). Dasselbe geht in das innere mit Wimpern versehene Ektoderm der Tentakel über und weist dessen charakteristische Beschaffenheit auf. Wie jenes ist auch das Mundepithel grob granuliert, von dunkler Farbe und mit stark tingierten Kernen versehen. Auch besitzt es Flimmern, die durch ihre Bewegung von den Tentakeln ergriffene Nahrung in den Oesophagus befördern.

Dieser ist schon wesentlich anders gebaut, der Gegensatz tritt scharf in dem Längsschnitt Fig. 14 hervor. Die Zellen sind cylindrisch, aber höher als die Mundepithelzellen und tragen keine Flimmern. Ihr Inhalt ist fein granuliert, fast wasserhell und ebenso der Inhalt der Kerne, die ein deutliches Kernkörperchen enthalten. Auf Querschnitten (Fig. 16) zeigt es sich, daß das Lumen des Oesophagus nur klein ist und dreikantige Form besitzt, die an den Schlund der Nematoden erinnert. Das Protoplasma ist hell und durchsichtig und erscheint nur dort, wo die Kerne liegen, etwas dunkler gefärbt. Dieselben sind meist peripher gelegen, zuweilen nähern sie sich unter Bildung eines stumpfen Winkels dem Lumen des Oesophagus. Einige Zellen sind an der dem Lumen zugekehrten Seite hervorgewölbt, so daß der Epithelrand gekerbt erscheint. Die Zellwände sind scharf begrenzt und verschmelzen nur dort mit einander, wo Vakuolen vorhanden sind und von einer Zelle in die andere übertreten.

Auf Flächenschnitten dieses Organs zeigt das Epithel, wie in Fig. 17 dargestellt ist, polygonale Zellen, durch scharf markierte Grenzen von einander getrennt. Die Kerne heben sich nicht sehr deutlich von dem Protoplasma, in das sie eingebettet sind, ab und liegen teils central, teils peripher. Ähnliche Bilder bieten die

übrigen Teile des Darmes bei Flächenansicht, auch dort erscheinen die Zellen in polygonalen Umrissen.

Der Cardialteil, dessen Querschnitt ich in Fig. 18 wiedergegeben habe, ist durch Längsleisten charakterisiert, die in das Innere des Magens vorspringen. So erhält das Lumen eine mehr oder minder sternförmige Gestalt.

Das Plasma der Zellen, die deutlich abgegrenzt sind, ist hell und enthält peripher die dunkel gefärbten Kerne. Das Lumen weist verschieden gestaltige Coagulationen auf, die früher für Zellpartikelchen gehalten worden sind, die von dem dem Lumen zugewandten Rande der Zellen abgesplittert und in das Innere eingedrungen sein sollen. Es ist aber sicher, daß es sich um Sekrete handelt, die von den reich vakuolisierten Zellen ausgeschieden sind. Ich werde Gelegenheit nehmen, bei Beschreibung des Blindsackes noch näher darauf einzugehen.

In Fig. 18 fällt ein strangförmiger Fortsatz auf, der aus zwei dicht aneinander gepreßten Blättern besteht und eine Verbindung zwischen Cardialteil und Ektoderm darstellt. Das Gebilde ist eines der Bändchen, welche den Darmtraktus an die Wandung der Leibeshöhle befestigen, die wir als Mesenterien auffassen können. Am Darm geht das Band direkt über in die äußere mesodermale Bekleidung, die den gesamten Verdauungstraktus überzieht.

Ich wende mich nun dem Blindsack zu.

Über das Vorhandensein von Drüsenzellen in demselben wird von der Mehrzahl der Autoren mit nur wenigen Worten Erwähnung getan, ich möchte daher auf die Einzelheiten in der Struktur näher eingehen und verweise daher auf Fig. 19, in welcher der sekretorische Charakter deutlich zu Tage tritt.

Die Zellen, deren Form cylinderförmig ist, ragen mit ihrem inneren Teil in das Lumen hinein. Ihre Kerne sind stark gefärbt und heben sich scharf von dem Protoplasma der Zellen ab. Die Grenzen zwischen den Zellen sind nur an der Peripherie deutlich, nach dem Lumen zu sind sie verschwommen oder schwinden ganz. Wo sie vorhanden sind, verlaufen sie nicht immer in gerader Richtung und gestreckt, wie wir es sonst bei Epithelien zu sehen gewohnt sind, sondern ziehen unregelmäßig in Wellen- und Zickzacklinien.

Das Aussehen der Zellen ist wechselnd und hängt von ihrem jeweiligen Funktionszustand ab. In der Mehrzahl treten hellere Zellen auf, in denen Körnchen nur vereinzelt vorkommen, dazwischen aber hie und da dunklere Zellen mit reicherer Körnchenverteilung. In letzterem Fall dürfte es sich um eine reiche Aufspeicherung der Exkretkörner handeln.

Die Körner sind nicht konstant in ihrer Größe, sie schwanken etwa zwischen 0,0004—0,001 mm. In Färbungen mit Haematoxylin und Orange G. nehmen sie eine tiefblaue Färbung an, ohne daß es möglich wäre irgend eine Struktur in ihnen zu erkennen.

Neben diesen Drüsenzellen, die ein körniges Sekret ausscheiden, finden wir auch solche, die flüssige Substanzen secernieren. Wir sehen Vakuolen, die einen dem Kern benachbart, die anderen die Mitte der Zellen einnehmend, andere wieder, die nahe daran sind, ihre Sekretionen in die Darmhöhlung zu ergießen.

Der Inhalt der Vakuolen ist kein konstanter. Meist enthalten sie nur eine Flüssigkeit, die geronnen ist, mitunter aber sind sie mit stärker lichtbrechenden Körpern erfüllt. Gewöhnlich treten sie in der Einzahl auf d. h. in einer Zelle ist immer nur eine Vakuole enthalten, die in einem Falle etwa 0,005 mm mißt (Fig. 21 d). Seltener sind mehrere Vakuolen sichtbar, die bei größerem Wachstum sich vereinigen und verschmelzen, so daß eine große Vakuole daraus wird, wie ich sie in Fig. 20 dargestellt habe. Ihr Längsdurchmesser beträgt 0,009 mm, der Querdurchmesser 0,007 mm.

In Fig. 19 sind Zellen vorhanden, die beide Stadien zeigen: die allmähliche Vereinigung und schließlich die Verschmelzung der Vakuolen. Im ersten Falle sehen wir eine mit zwei Querwänden versehene Vakuole, die zweifellos aus der Vereinigung ehemals selbständiger Vakuolen hervorgegangen ist. Im Weiterverlauf der Entwicklung wären auch die Querleisten eingeschmolzen, und die Vakuole hätte eine Gestalt angenommen, die etwa der in Fig. 20 abgebildeten entspräche. Hier ist im Protoplasma eingebettet, von runden Kernen umgeben, eine große rundliche Vakuole gelegen. Oberhalb derselben liegen auf einer gewölbten Protoplasmaleiste zwei abgeplattete Kerne mit Kernkörperchen. Innerhalb der Vakuole sind anscheinend geronnene Massen, die besonders stark bei Färbungen mit Orange G. hervortreten. Über das Entstehen dieser großen Vakuole kann kaum Zweifel bestehen. Sicherlich handelt es sich um ursprünglich zwei durch eine Grenze von einander geschiedene Zellen. In jeder derselben wandelt sich ein Teil des Protoplasma zu Sekret um und bildet eine Vakuole. Die Sekretbildung schreitet nun immer weiter fort und zieht größere und größere Partieen in ihren Bereich, so daß die Zellwandung nachgiebt und schließlich platzen muß. So kommt es zur Vereinigung der beiden Vakuolen, die die Kerne und den Rest des nicht umgewandelten Protoplasma gegen die Basis der Zelle drücken, wobei die früher längsovalen oder runden Kerne abgeplattet werden, wie es in Fig. 20 ersichtlich ist.

Zur Orientierung anderer Entwicklungsphasen an den Drüsenzellen habe ich einige Zellen isoliert in den Fig. 21 a—e bei starker Vergrößerung dargestellt.

Die Zellen sind alle fast gleich groß, nur Zelle b übertrifft die anderen an Länge. Sie sind von cylinderförmiger Gestalt, ihr basaler Abschnitt, der scharfe Ecken aufweist, ist breiter als der centrale, der in die Darmhöhlung hineinragt.

In Fig. a ist das Körnchensekret nur in so minimalen Mengen vorhanden, daß man meinen könnte, es handle sich um stärker

tingiertes Protoplasma, in b dagegen sind Körnchen reichlich angesammelt und stellen anscheinend ein höheres Stadium dar.

Hand in Hand mit den verschiedenen Entwicklungsphasen der Zellen geht die Veränderung der Kerne vor sich. In a ist das Chromatingerüst des Kernes fein und zart, so daß deutlich das Kernkörperchen zu erkennen ist, in b dagegen erscheint der Kern in Form grober Borken, und dadurch wird das Kernkörperchen fast unsichtbar. Auch in Fig. c bietet der Kern ein dem augenblicklichen Funktionszustand der Zelle entsprechendes Bild dar. Hier weist die Drüsenzelle kein Körnchensekret auf, sondern scheidet flüssige Substanz aus und befindet sich im Anfangsstadium der Bildung: die eben erst entstandene Vakuole liegt in dichter Nachbarschaft des Kernes. Dieser büßt seine ursprünglich runde Form ein und nimmt amoeboide Gestalt an, zugleich hat sich das Chromatin länglich gestreckt. Solch Umwandlung eines Kernes aus der runden Form in die amoeboide im Anschluß an Sekretbildung ist typisch und bei anderen Tiergruppen schon beobachtet worden.

In einer jüngst publizierten Arbeit (33) weist Zarnik bei Untersuchung der Leber des Amphioxus auf Kernveränderungen hin. In der Leber unterscheidet er Nähr- und Drüsenzellen. Letztere zeigen verschieden gebaute Kerne. Bei reger Sekretionstätigkeit weisen die Kerne einen sehr deutlichen Nucleolus auf, bei Zellen dagegen, die nur wenig Sekret enthalten, zeigt der Kern ein dichtes Chromatinnetz. Daraus glaubt auch Zarnick den Schluß ziehen zu können, daß „zwischen den genannten Kernformen und der Funktionsphase der Zellen ein Abhängigkeitsverhältnis besteht.“

In Fig. d u. e sind noch weitere Stadien abgebildet. Fig. d enthält in ihrer Vakuole flüssiges Sekret und darin einen Ballen von vier kugligen Körnchen, die Fällungsprodukte der Flüssigkeit darstellen, Fig. e endlich zeigt das Endstadium einer Drüsenzelle. Die Vakuole, die sich scharf gegen das nicht umgewandelte Protoplasma abgrenzt, entleert gerade ihren Inhalt. Welcher Art derselbe ist, läßt sich auch bei Anwendung von Doppelfärbungen nicht immer mit Sicherheit entscheiden. In einigen Fällen scheint er mir dünnflüssig, in anderen wieder dickflüssig zu sein, es kann sich um seröse Flüssigkeit, es kann sich aber auch um mucinhaltige Substanzen handeln.

Schließlich möchte ich noch eine Frage aufwerfen, welche die Entstehung der Drüsenzellen betrifft. Es fragt sich, ob die Drüsenzellen, die ein flüssiges Sekret ausscheiden, selbständig entstehen wie die Körnchenzellen oder erst im Anschluß an die Körnchenbildung und ein höheres Stadium der Körnchenzellen darstellen. Letztere Ansicht ist vielfach vertreten und durch Beobachtungen gestützt worden. In meinem Falle aber glaube ich annehmen zu müssen, daß keinerlei Abhängigkeitsverhältnis zwischen den beiden Zellarten besteht und daß sie selbständig aus vorher indifferenten Zellen ihren Ursprung nehmen, da es mir nicht ein einziges Mal gelungen ist, ein Übergangsstadium zwischen Körnchenzellen und Zellen mit flüssigem Sekret wahrzunehmen.

So kommt dem Blindsack eine hohe physiologische Bedeutung für das Tier zu. Er hat Substanzen auszuscheiden, die es vermögen, die aufgenommenen Nahrungsstoffe chemisch umzuformen, und für die Assimilation geeignet zu machen. Diejenigen Stoffe, die dem Tier unverdaulich sind, entsendet es nach dem nun zu beschreibenden Pylorus und von hier durch das Rectum nach außen.

Bei Betrachtung des Pylorus am lebenden Tier ist es mir aufgefallen, daß dieser unter den Darmabschnitten die geringsten Bewegungen zeigt, und gerade hier wäre eine intensive Muskulatur am Platze, um den vorhandenen Mageninhalt ins Rectum zu pressen. Ich sah vielmehr an der Übergangsstelle in den Enddarm zu beiden Seiten im Innern des Pylorus starke Flimmern, und diese schlugen in einemfort kräftig hin und her. Es ist zweifellos, daß sie allein schon imstande sind, die vorhandenen Nahrungsreste nach außen zu befördern, auch wenn der Pylorus sich nur passiv verhalten und keinerlei Hilfe gewähren sollte.

Querschnitte durch den Pylorus ergeben dieselben Details wie solche durch das Rectum, dem ich mich jetzt zuwende.

In Fig. 7 ist ein Rectum dargestellt, das seinen Inhalt bereits entleert hat, Fig. 22 dagegen zeigt einen mit Faeces angefüllten Enddarm. Im ersten Falle haben wir es mit einem englumigen Gebilde, mit hohen zylindrischen Zellen zu tun, die scharf begrenzt sind und ovale dunkle Kerne enthalten. Das Protoplasma der Zellen ist stark tingierbar und besitzt keine Vakuolen.

Ist aber der Enddarm durch Inhalt blasenartig ausgedehnt (Fig. 22), so zeigen die ihn zusammensetzenden Elemente ein anderes Verhalten. Sie sind nicht mehr cylindrisch wie im entleerten Zustand, sondern mehr oder minder abgeflacht. Die Zellen sind unregelmäßig verteilt, bald sind eine ganze Reihe von Zellen dicht nebeneinander gelegen, bald nur wenige, bald ist über eine ganze Strecke nur eine Zelle sichtbar. Zellgrenzen sind undeutlich oder gar nicht zu sehen, und die Kerne sind rund.

Um sich ein genaueres Bild von der Form des Rectum zu machen, verweise ich auf den in Fig. 23 abgebildeten Längsschnitt. Aus demselben ersieht man, daß das Rectum flaschenförmige Gestalt besitzt und in einen kürzeren oberen und verhältnismäßig langen unteren Abschnitt zerfällt.

Gegenüber den spärlichen, plasmaarmen Zellen an der Spitze, welche Plattenzellen sind und keine Grenzen aufweisen, nehmen die nun folgenden Zellen rasch an Höhe zu und vermehren sich gleichzeitig, was sich aus der Zahl der Zellkerne ergiebt.

Das Plasma zeigt sich besonders um die Kerne der scharf begrenzten Zellen des unteren Abschnittes verdichtet, was sich mit starken Systemen erkennen läßt. Daher erscheint es um diese herum dunkler, an anderen Stellen dagegen ist es hell, so daß es beinahe den Eindruck macht, vakuolisiert zu sein.

Umgeben wird auch das Rectum vom mesodermalen Blatt, das in dem Längsschnitt an einer Stelle zwei nebeneinander gelegene,

kuppelförmig gestaltete Zellen mit Kernen aufweist, während sonst nur vereinzelte, spindelförmige Kerne zu beobachten sind.

Die Mündung des Rectums in die Tentakelscheide ist dadurch gekennzeichnet, daß das mesodermale Epithel des Enddarmes in das Mesoderm der Tentakelscheide übergeht (Fig. 7), während der Darm in das ektodermale Epithel der Scheide durchbricht.

c) Der Darminhalt.

Wie Ehlers bei Hypophorella expansa, so konnte auch ich bei Alcyonidium mytili vielfach Algen im Darm beobachten, welche auf eine pflanzliche Nahrungsaufnahme schließen lassen. Dieselbe kann aber auch aus organischem Detritus bestehen, wenigstens glaubt es Kräpelin bei Süßwasser-Bryozoen annehmen zu müssen. „Ersteres“, sagt er, „läßt sich mit Leichtigkeit an jedem Mageninhalt konstatieren, der geradezu vom Algensammler verwertet werden könnte, um die Flora eines bestimmten Gebietes mit leichter Mühe festzustellen; letzteres schließe ich aus dem Vorkommen der Fredericellen in den Tiefen der Schweizer Seen, wie in der Hamburger Wasserleitung, wo doch jedenfalls vorwiegend, wenn nicht ausschließlich nur abgestorbene organische Nahrung zu Gebote steht.“

Ob auch Infusorien verzehrt werden, hat Kräpelin nicht ermitteln können, dagegen Leidy bei Urnatella, und Korotneff hat bei marinen Bryozoen Gregarinen beschrieben.

Letztere habe auch ich bei Alcyonidium gesehen und in Fig. 24 abgebildet, die einen Teil der Wandung des Cardialteils vorstellt. Schon bei oberflächlicher Betrachtung sieht man, daß die dem Zentrum genäherten rundlichen Gebilde tierische Zellen sind. Daß wir es aber mit Zellen von Protozoen zu tun haben, dürfte schwieriger zu erweisen sein, wenn auch Feinberg, ein Berliner Arzt, in jedem Falle die sichere Diagnose nach dem Bau des Kernes zu treffen glaubt. Handelt es sich um einen Kern, in dem Plastin und Nuclein gesondert auftritt, so gehört der Kern nach Feinberg einer höheren tierischen Form an, ist dagegen Plastin und Nuclein zu einer einheitlichen Masse verschmolzen, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß der Kern der eines Protozoon ist. Es ist nicht zu leugnen, daß, wenn auch nicht immer, so in den meisten Fällen die von jenem angegebenen Merkmale zutreffen.

Auch in meinen Zellen lassen sich Plastin und Nuclein im Kern nicht auseinander halten, sie sind zu einer einzigen Masse verbacken und lassen schon aus diesem Grunde auf einen Protozoon schließen.

In dem Protoplasma beider Zellen sind deutlich zwei Schichten zu unterscheiden. Die eine ist zentral gelegen, nimmt den größten Teil der Zelle ein und ist dunkel gefärbt, sie ist das Entosark. Peripher liegt das hellere Ektosark, das nur eine schmale Zone darstellt. Außen wird die Zelle von einer Cuticula umgeben, die die für Gregarinen charakteristische Längsstreifung aufweist. In der

Regel ist die Form der Gregarinen zwar länglich gestreckt, aber in ihrer Jugend sind sie kuglig gestaltet, und gerade die junge Gregarine ist ja Zellparasit und gleicht auf diesem Stadium einer Coccidie. Erst nachdem sie die Zelle verlassen hat, erlangt sie die definitive Gestalt.

Fernerhin möchte ich auf einen Befund von Kohlwey im Rectum von Halodactylus diaphanus hinweisen. Kohlwey fand oft darin einen harten und spröden konkrementähnlichen Körper, von dem er sagt: „Er verändert sich in Kali nicht, selbst wenn er damit gekocht wird. In Essigsäure löst er sich ohne Gasentwicklung. Der konkrementähnliche Körper besteht nicht aus Harnsäure."

Ein eigentümliches Verhalten einzelner Darmabschnitte, das durch die Figg. 22 u. 25 illustriert wird, bedarf noch einiger Worte. Fig. 22 stellt das Rectum mit der teilweis umgebenden Tentakelscheide dar, Fig. 25 einen Teil des Magens. Im ersten Falle sind im Lumen mehrere Gebilde anzutreffen, die ohne Zweifel als Zellen anzusprechen sind. Sie weichen in ihrer Form nicht wesentlich von einander ab, sie sind cylinderförmig oder konisch gebaut und lassen an ihren schmalen Seiten einen horizontalen und einen gegenüberliegenden konvexen Rand erkennen, unterscheiden sich aber auffallend in ihrer Größe. Die isoliert stehende Zelle ist klein, die beiden folgenden Zellen dagegen weisen eine beträchtliche Größe auf, und ihnen folgen zwei schmale, nicht sonderlich hohe Zellen, welche miteinander in Zusammenhang stehen, sich eng berühren und ebenso wie die vorhergehenden Zellen mit Kernen versehen sind, die nicht mehr die eigentümliche Struktur der Kerne wahrnehmen lassen.

Es drängt sich uns die Frage auf: Woher kommen diese Zellen, was haben sie für eine Bedeutung für das Tier?

Erstere Frage glaube ich mit Sicherheit beantworten zu können, letztere dagegen wird etwas schwieriger zu lösen sein, wenn ich auch da versuchen werde, eine Erklärung zu finden.

Was den Ursprung der Zellen anbetrifft, so halte ich es für so gut wie ausgeschlossen, daß dieselben von einem fremden Organismus herrühren. Sie sind in ihrer Form fast konstant, aber nicht in ihrer Größe, und gerade diese Differenz läßt mich vermuten, daß die Zellen dem entodermalen Epithel des Rectum selbst entstammen, das ja auch verschieden hohe Zellen mit nach dem Lumen gewölbtem Rande aufweist.

Ein solches Auswandern von Zellen ist schon verschiedentlich beobachtet worden, und ich habe in Fig. 25 ein Stadium dargestellt, auf welchem die Zellen nahe daran sind, sich aus dem Verband der übrigen Epithelzellen abzutrennen.

Ein hoher mit zwei Kernen versehener Zapfen leitet den Abschnürungsprozeß ein. Er ist wahrscheinlich aus zwei Zellen, die sich bald wieder regeneriert haben, entstanden. An den Kernen läßt sich noch keine Veränderung wahrnehmen. Nur bei einer gewissen Einstellung habe ich im oberen dem Lumen zugewandten

Kerne die Chromosome in zwei Parallelreihen angeordnet gesehen, ich wage aber nicht, dies unbedingt als den Beginn einer mitotischen Kernteilung anzusehen, welche im Darmlumen ihren weiteren Verlauf durchmachen möchte.

Es liegt nahe, das Austreten der eben geschilderten Zellen für einen pathologischen Vorgang anzusehen, der jeder physiologischen Basis entbehrt. Die Konstanz der auswandernden Zellen aber läßt den Gedanken aufsteigen, daß diesen doch eine bestimmte Funktion zukommt, zumal ein für das Leben der tierischen Organismen von höchster Bedeutung erscheinendes Exkretionssystem, wie ich später darlegen werde, bislang bei keinem marinen Bryozoon erwiesen worden ist.

Ich glaube also zu der Annahme berechtigt zu sein, daß die Zellen des Darmes teilweise exkretorische Tätigkeit besitzen, daß sie in sich unbrauchbare Stoffe aufzuspeichern vermögen, die sie durch ihr Austreten aus dem Zellverband nach außen befördern. In dieser Auffassung werde ich durch Beobachtungen Zarniks bestärkt, die diesen zu denselben Ergebnissen geführt haben.

Zarnik hat sich eingehend mit den Verdauungsorganen des Amphioxus beschäftigt und auffallende Vorgänge in der Leber beobachten können. Er hat Zellen vornehmlich aus der Leber austreten sehen und aus denjenigen Bezirken des Darmes, deren Zellen funktionell den Leberzellen nahe stehen. Auf manchen Schnitten ist die Auswanderung der Zellen eine so ungeheure, daß das Leberepithel streckenweise ganz der Zellen entbehrt und wie zerfetzt erscheint.

Die auswandernden Zellen machen im Lumen mannigfache Veränderungen durch, und es wäre außerordentlich schwierig, die entstehenden, verschiedenartigsten Gebilde einwandsfrei von den Leberzellen abzuleiten, wenn keine Übergangsstufen vorhanden wären. Im einfachsten Falle büßt die Leberzelle ihren Kern ein und rundet sich ab. Bald lockert sich das Plasma, und Körnchen und Schollen treten hervor, wenn auch noch die Zellstruktur deutlich erscheint. Doch auch diese schwindet, wie die Abbildungen Zarniks ergeben, und läßt mannigfache Zerfallsprodukte entstehen, die unregelmäßige Bildungen und Formen aufweisen.

Von hoher Bedeutung scheint dem Verfasser der Umstand zu sein, daß solche Vorgänge beim Amphioxus nur in jugendlichen Individuen bei einer Körperlänge von 10—20 mm während ihres Wachstums auftreten, später aber nicht. Später entwickelt sich die bisher embryonale Keimdrüse, wird reif und übernimmt zugleich bekanntermaßen neben den Nierenkanälchen exkretorische Funktion. Eine unentwickelte Keimdrüse hingegen kann, wie Zarnik annimmt, nicht derartig funktionieren, und es liegt daher nahe, in der Wachstumsperiode des Amphioxus die Leber als Exkretionsorgan anzusprechen, haben doch auch die Versuche G. Schneiders gelehrt, daß nach Injektionen von Indigokarmin oder karminsaurem Ammoniak der Farbstoff in der Leber zur Ausscheidung kommt, daß also diesem Organ auch die Funktionen einer Niere zukommen.

VI. Die Leibeshöhle und ihre Organe.

Bereits in den vorigen Abschnitten habe ich mesodermale Elemente berücksichtigt. Ich habe von dem den gesamten Verdauungstraktus umgebenden Darmfaserblatt gesprochen; ich habe das innere Epithel der Tentakel behandelt, das dem Mesoderm seinen Ursprung verdankt.

Nunmehr möchte ich mich mit anderen Gebilden beschäftigen, welche ebenfalls mesodermale Abkömmlinge sind, so vor allem mit der Muskulatur, die in der Leibeshöhle gelegen ist.

Was die Leibeshöhle selbst anbetrifft, so besteht ihr Inhalt zum größten Teil aus Seewasser und enthält nur minimale Spuren von Eiweißsubstanzen. Ich habe das am besten aus mit Haematoxylin und Orange G. gefärbten Schnitten entnehmen können. Während sich der Raum zwischen den Tentakeln stark gelb färbt, bleibt die Leibeshöhle hell und durchsichtig und erscheint nur selten von Gerinnseln erfüllt und weniger transparent.

Hartmann (11) kommt bei *Halodactylus diaphanus* mit Hilfe des Geschmackssinnes zu demselben Schluß: „Die aus angeschnittenen Bryozoenstöckchen gewonnene Flüssigkeit schmeckt salzig und hinterläßt nach ihrer Verdunstung einzelne, sowie aggregierte, tesserale Krystalle, welche denen des Seesalzes vollkommen identisch erscheinen."

Geformte Elemente in der Leibeshöhle hat letzterer Autor ebensowenig finden können, wie ich auf Schnitten von *Alcyonidium*, im Gegensatz zu Schulze, der bei der in der Ostsee häufigen *Membranipora membranacea* freie Mesenchymzellen reichlich in der Leibeshöhle hat beobachten können. Nach der Abbildung (dort Fig. 26a) sind die Zellen wie die darin enthaltenen Kerne körnchenreich, stark färbbar und können ihre Gestalt verändern. Bald sind sie rund, bald strecken sie ihre Fortsätze aus und zeigen amöboiden Charakter.

Was man in der Leibeshöhle von Alcyonidium mytili sieht, sind nur dislocierte Ektodermzellen, an die sich Fasern ansetzen, und sie können mitunter Bindegewebszellen vortäuschen.

Innerhalb der Leibeshöhle liegen reichlich Muskeln verteilt. Ihre Anordnung zeigt im wesentlichen das Bild, das Nitsche, Ehlers und Calvet für andere Formen beschrieben haben. Ich werde sie gleich den früheren Autoren in einzelne Gruppen teilen und zwischen Mm. parietales, Mm. parieto-vaginales, Mm. parieto-diaphragmatici und M. retractor unterscheiden.

Alle Muskeln haben das gemeinsame Merkmal, daß sie sich an der ektodermalen Wand inserieren, so auch die Mm. parietales, (Fig. 2), welche zwischen der Oberwand, der Unterwand und den Seitenwänden gelegen sind und durch ihre Contraction, wie Nitsche angiebt, den Innenraum des Zooeciums verengern. Hier-

durch wird ein Druck auf die Leibesflüssigkeit ausgeübt und das Tier zur Ausstülpung gebracht.

Die Muskeln bestehen aus einer reichlichen, doch nicht konstanten Zahl von Bündeln, die sich nur aus wenigen Fasern zusammensetzen. Meist verlaufen sie unregelmäßig. Ein Bündel scheint eine horizontale Richtung einzuschlagen, ein anderes läuft gerade entgegengesetzt und wieder ein anderes ist gebogen oder gewellt, aber immer tragen die Fasern einen deutlichen, stärker färbbaren Kern, den Ehlers nur bei jugendlichen Individuen von *Hypophorella expansa* gesehen hat. Im Vergleich mit den übrigen Muskeln scheinen die Parietal-Fasern etwas schmäler zu sein und den Farbstoff — ich wandte Orange G. an — weniger intensiv aufzunehmen.

Die Parietovaginalmuskeln (Fig. 2) stellen zwei Muskelbündel dar, welche einesteils vorn an der Tentakelscheide, andernteils mit verbreiterten Enden an den Seitenwänden des Zooeciums entspringen. „Wenn sie sich kontrahieren, so ziehen sie öfters die Tentakelscheide nach beiden Seiten in zwei kleine ohrartige Blindsäcke aus.“ (Nitsche). Dehnen sich die Parietovaginalmuskeln, wie es beim ausgestreckten Tier (Fig. 1) geschieht, so zeigt es sich, daß sie aus einer stattlichen Anzahl von Fasern bestehen, welche lose nebeneinander herlaufen.

Auf diesem Bild erscheint auch einer der nun zu beschreibenden Mm. parietodiaphragmatici stark in die Länge gezogen, während der andere Muskel derselben Seite vom Darm überdeckt wird. Ich verweise daher auf Fig. 2, wo die Anordnung klarer zu Tage tritt.

Die Mm. parietodiaphragmatici werden von zwei Paar Bündeln gebildet, von denen das eine vorn, das andere seitlich gelegen ist, Das letztere Paar wird von den Mm. parietovaginales gekreuzt. Wie die anderen Muskeln inserieren auch sie mit dem einen Ende am ektodermalen Hauptepithel, mit dem anderen dagegen sind sie an das Diaphragma befestigt. An den Insertionsstellen sind die Bündel, die an Umfang jene Parietovaginalmuskeln weit übertreffen, noch verbreitert. Betreffs ihrer Funktion möchte ich bemerken, daß ihnen die Aufgabe obliegt, das Diaphragma je nach Bedarf zu verengern oder zu erweitern.

Die höchste physiologische Bedeutung hat zweifellos der M. retractor zu erfüllen, der der größte Muskel ist, den das Tier besitzt.

Er besteht, wenn ich auf die Querschnitte durch ein stark retrahiertes Tier in Fig. 26a u. b verweisen darf, aus einer Menge dünner Fasern, die infolge des Kontraktionszustandes zum Teil auch im Längsschnitt getroffen sind. In a wird der Oesophagus kreisförmig von den Muskeln umschlossen, Fig. b dagegen, die uns die Fasern ihrer Insertion genähert zeigt, soll die Bilateralität des Retractor erweisen. Der Ursprung der Fasern (Figg. 1 u. 2), der kegelförmig verbreitert erscheint, liegt in der Hinterwand des

Zooeciums, nur einige wenige inserieren sich auch am hinteren Teil der Seitenwände, wie das ausgestreckte Tier lehrt. Sie laufen frei nebeneinander durch die Leibeshöhle und setzen sich in der Mehrzahl an den Oesophagus fest, einige Fasern dagegen inserieren sich stets auch am Cardialteil des Magens.

Die Dehnungsfähigkeit des Retractor ist am besten aus Fig. 1 ersichtlich, er weist eine fast vierfache Länge von dem entsprechenden Muskel im eingestülpten Tier auf. Contrahiert er sich, so vermag er mit großer Kraft das Polypid in das Zooecium zurückzuziehen.

Öfters beobachtete ich Fasern, die, zusammengeschnurrt, dem Retractor benachbart, sich an der Tentakelscheide und am Blindsack zu inserieren schienen, und glaubte sie für eine Art elastischer Bänder ansprechen zu müssen. Aber bald ergab es sich, daß eine Insertionsstelle der Muskelfaser abgerissen war und daß dadurch die Dislocierung des Verlaufes eingetreten war.

Hinsichtlich der Histologie ist es mir oft gelungen quer gestreifte Muskeln wahrzunehmen, wenn auch Hartmann die Existenz von Querstreifung an Bryozoenmuskeln überhaupt bestreitet und sie dort, wo sie nachgewiesen worden ist, auf Runzelung der kontrahierten Fasern zurückführt.

Entgegen den negativen Resultaten dieses Autors erwähne ich die Ergebnisse Ladewigs (28), der bei den Schließ- und Öffnungsmuskeln des Unterkiefers einer Avicularie von *Bugula* typische Querstreifung festgestellt hat und ebenso Ehlers, der bei der Untersuchung einer sehr lebensfrischen *Hypophorella* folgendes wahrnimmt: „Das Tier hatte die Tentakelkrone völlig entfaltet, der Retractor war scharf gespannt, aber alle seine Fasern völlig glatt; nun folgte eine ruckförmige Bewegung, die Tentakelkrone spreizt sich stärker, und wie mit einem Schlage zeigten die einzelnen Muskelfasern sehr deutlich das Bild der Querstreifung in der Weise, daß über die ganze Breite der Fasern gleich grosse dunkle und helle Bänder alternierend verliefen“.

Die Querstreifung der Muskulatur bei *Alcyonidium mytili* ist in Fig. 27a u. b ersichtlich. In a ist ein Längsschnitt einer Faser des Retractor abgebildet, in b ist eine Faser quer getroffen. Fig. a zeigt deutlich die sarcoplasmatische und fibrilläre Substanz, erstere mit dem ovalen Kern und Kernkörperchen, letztere mit der typischen Querstreifung, die die stärker lichtbrechenden Streifen scharf gegen die helleren abgesetzt erscheinen läßt, Fig. b endlich läßt die die contractile Substanz in wechselnder Zahl zusammensetzenden Fibrillen klar zu Tage treten.

Was die Insertionen anbetrifft, so muß betont werden, daß die Muskeln nicht oberflächlich dem Ektoderm anliegen, sondern dasselbe durchsetzen und bis zur Cuticula reichen können, wie es in Fig. 5 ersichtlich ist. Die mit dem einen, verbreiterten Ende in das ektodermale Hautepithel übergehende Faser löst sich in fünf Fibrillen auf, die scharf konturiert erscheinen, die beiden oberen

und unteren Fibrillen dringen durch die Ektodermzellen hindurch und lassen den Kern derselben, wo sie ihn berühren, undeutlich zu Tage treten, die in der Mitte gelegene Fibrille dagegen ruht in einem Zwischenraum, der einer Zelle entbehrt, der durch die Fibrille selbst hervorgebracht zu sein scheint. Ich glaube das daraus schließen zu können, daß die benachbarte Zelle in ihrer Form verändert ist und daß die Ektodermzellen in der Regel lückenlos aufeinander folgen. Es ist interessant, daß schon bei Larven ähnliche Verhältnisse in der Muskulatur obwalten, wie Herr Prof. Seeliger nachgewiesen hat.

An dieser Stelle möchte ich noch der vor kurzem erschienenen Abhandlung Harmers (31) gedenken. Harmer bestimmt eine Anzahl bisher unbekannter chilostomer Bryozoen und fixiert in Kürze ihre hervortretendsten Merkmale. Unter diesen erwähnt er auch einen zur Atmung dienenden „compensation-sac", der sicherlich bei *Alcyonidium mytili* und bei der überwiegenden Mehrzahl der Bryozoen nicht existiert, und beschäftigt sich eingehender mit der Muskulatur, die mit der von mir geschilderten völlig übereinstimmt.

Mit dem Exkretionsapparat der Bryozoen hat sich eingehend Schulze (30) beschäftigt und daraufhin en- und ektoprokte Formen untersucht und neuerdings auch Stiasny (32). Beide schildern das Exkretionsorgan von *Pedicellina* als ein Gebilde, das aus einem unpaaren Ausführungsgang und aus zwei blind beginnenden Kanälchen besteht, deren Lumina Schulz als intercelluläre Räume auffaßt, Stiasny aber für durchbohrte Zellen hält.

Bei Besprechung des entsprechenden Organs der Ektoprokten trennt Schulze die Phylactolaemata oder Süßwasserbryozoen von den Gymnolaemata. Von ersteren hat er *Plumatella* und *Cristatella* untersucht und kommt hinsichtlich Plumatellas zu denselben Ergebnissen wie Braem (24); er stellt fest, daß es sich um kein selbständiges Exkretionssystem handelt, sondern um ein Organ, daß eine bloße Verbindung der analen Tentakeln mit der Leibeshöhle darstellt. Ähnlich verhält es sich mit der von Oka (23) beschriebenen *Pectinatella gelatinosa*, während *Cristatellas* Exkretionsorgan insofern eine höhere Stufe darstellt, als es neben den Gabelkanälen und dem unpaaren Teil von Plumatella und *Pectinatella* noch einen blasenförmig gestalteten Abschnitt besitzt, der exkretorisch wirkt.

Bei den gymnolaemen Bryozoen hingegen ist es bislang keinem Forscher gelungen, ein Exkretionsorgan nachzuweisen. Und wenn Claus (17) in seinem Lehrbuch das von Farre (3) bei Alcyonidium gelatinosum gesehene Gebilde für ein Wassergefäßkanal zu halten und den Schleifenkanälen der Gliederwürmer zu analogisieren geneigt ist, so muß dem entgegen gehalten werden, daß Farre selbst es nur selten gesehen und daher für kein lebenswichtiges Organ angesprochen hat, wie aus seinen Worten hervorgeht:

„A very singular organ (Figg. 16, 17, 18b) was frequently observed consisting of a little flaskshaped body situated between the base of two of the arms, and attached to the tentacular ring by a short peduncle. The cavity in its interior is lined with cilia which vibrate downwards towards the outer, and upwards towards the inner side; it has an arrow neck and a wide mouth, around which a row of delicate cilia are constantly playing. No flow of fluids could ever be detected through it, nor did the use of carmine assist in showing with what parts the cavity in its interior might communicate. From the circumstance that it is more frequently absent than present, it cannot be an organ of vital importance to the animal: and it is too intimately blended with the sides of the tentacula and too constant in its position to be regarded as a parasite. Does it indicate a difference of sex?“

Auch meine Versuche an *Alcyonidium mytili* haben nur negative Resultate gezeitigt. Ich färbte lebende Stöcke mit Indigokarmin, Bismarkbraun und Ammoniakkarmin, ohne daß eine der Lösungen von dem Tier aufgenommen wurde.

Ebensowenig gelang es Schulz bei *Membranipora membranacea* ein Organ aufzufinden, das einer Niere analog wäre. Nur beobachtete er, daß die in der Leibeshöhle sich frei bewegenden Mesenchymzellen für den Farbstoff sich nicht unzugänglich zeigten, und schließt daraus, daß diesen Zellen eine gewisse exkretorische Bedeutung zukommt.

Harmer (25) endlich hat bei *Flustra papyrea* wahrgenommen, daß sich Indigokarmin in Form von Pigmentkörnchen im Darmkanal ablagert.

Dieser Befund würde meinen theoretischen Erwägungen entsprechen, die ich oben darzulegen versucht habe, die mich dazu führten, dem Darmkanal von *Alcyonidium mytili* exkretorische Funktionen zuzusprechen.

Ein spezifisches Exkretionsorgan aber besitzt das von mir untersuchte Tier sicherlich nicht, überhaupt scheint die Mehrzahl der marinen ektoprokten Formen eines solchen zu ermangeln, worauf auch der neueste Bryozoenforscher L. Calvet hinweist: „Il n'ai constaté dans aucune des espèces que j'ai étudiées, l'existence d'une organisation quelconque, à fonction indéterminée, à laquelle aurait pu être attribuée la fonction excrétrice. Il semble même que tous les Bryozaires marins soient privés d'appareil excréteur.“

Degeneration und Bildung der Geschlechtsprodukte.

Zwar hat schon Römer (34) eingehend die Degeneration des Polypids von *Alcyonidium mytili* studiert und beschrieben, doch hat er mit nur wenigen Worten der damit in Zusammenhang stehenden Geschlechtszellbildung gedacht. So scheint es mir angebracht zu sein, über die erste Anlage des weiblichen Geschlechtsorganes und

über dessen weitere Entwicklung zu berichten und im Anschluß daran die stufenweise Rückbildung des Polypids zu erweisen.

Was den Ursprung des Ovariums anbetrifft, so erwähne ich, daß von älteren Autoren Joliet (14) die Eier der ektoprokten Bryozoen aus dem Polypid entstehen läßt und daß Nitsche ihren Ursprung im Ektoderm sieht. Letztere Ansicht wird von den meisten neueren Forschern vertreten, und auch ich pflichte ihr bei, mich auf Fig. 28 stützend, welche eine ektodermale Einstülpung darstellt.

Die Figur zeigt nicht den ersten Beginn der Geschlechtsbildung, der in einer hohlen, röhrenförmigen Einstülpung besteht — den habe ich nicht beobachtet — sondern sie zeigt schon ein etwas höheres Stadium. Die Einstülpung erscheint bereits solid und innerhalb derselben beginnt schon eine Differenzirung der Zellen.

Das Ektoderm erweist sich, mit den ektodermalen Elementen eines nicht geschlechtsreifen Zooeciums verglichen, ganz verändert. Während sich in einem solchen die Ektodermzellen durch konstante Form und Größe und durch scharfe Zellgrenzen auszeichnen (Fig. 5), bietet uns das Ektoderm in Fig. 28 ein wesentlich anderes Bild. Die Zellen erscheinen bedeutend zahlreicher und sind nicht begrenzt, ihre Kerne sind weniger regelmäßig geformt, bald sind sie rund, bald oval, bald mächtig in die Länge gezogen, und hie und da fallen uns im Ektoderm verschieden gestaltete Vakuolen auf.

An der Einstülpung, die ich nunmehr betrachte, haben wir einen inneren Teil, der die künftigen Ei- und Follikelzellen birgt, von dem äußeren zu unterscheiden, der zur Hülle des Ovariums wird.

Die Hülle erscheint in den ersten Anfängen ihrer Bildung rundlich, ohne jede Faltung und Buchtung. Späterhin biegt und knickt sie sich ein und wird faltig, wie in Fig. 28 ersichtlich ist, wo einige wenige Falten schon tiefer in das Innere der Einstülpung hineinragen.

Im Innern sind schon verschiedene Stadien der Entwicklung kenntlich. Peripher liegen Kerne, welche gleich den Ektodermkernen dunkel gefärbt, chromatinreich sind und ein meist excentrisch gelegenes Kernkörperchen enthalten. Ihnen benachbart bemerkt man zwei bedeutend größere Gebilde, die zweifellos als Eizellen (Ovocyten) gedeutet werden müssen. Sie enthalten ein körniges Protoplasma, das sich gegen das hell gefärbte Keimbläschen scharf abhebt. In demselben sieht man deutlich das Liningerüst und darin die Chromosome sowie auf dem nächst folgenden, hier nicht abgebildeten Schnitt einen großen, rundlichen Keimfleck, der sich im Gegensatz zu dem Keimbläschen intensiv färbt. Zwischen den Eizellen liegen einige helle, runde Kerne, mit einer punktförmigen Wandverdickung versehen, die nur als degenerirte Zellen anzusprechen sind. Was aus allen übrigen, am Rand gelegenen Zellen wird, läßt sich vorerst nicht sagen. Wahrscheinlich wird die eine oder die andere der größeren basalen Zellen sich weiterhin noch zu einer Geschlechtszelle verwandeln. Jedenfalls aber geht ein großer Teil der Zellen in der Bildung des Follikels auf, wie wir es

auch in Fig. 28 sehen können. Vier Kerne treten da deutlich hervor, sie sind in einem engen Protoplasmastrang eingebettet und ziehen in centripetaler Richtung zur länglich ovalen Eizelle, um dieselbe als Follikelzellen zu umgeben.

Auf höheren Stadien bilden sich die Follikelzellen immer mehr aus, und auch andere Veränderungen innerhalb der Einstülpung gehen vor sich, und schließlich erhält auch der äußere gefaltete Rand charakteristische Form und Beschaffenheit, wie das Totalbild in Fig. 29 zeigt.

Der Eierstock hat hier fast konische Gestalt. An seinem spitzen oberen Ende liegen kleine mit Kernen versehene Zellen, die im Durchschnitt durch polygonale Umrisse von einander getrennt erscheinen. Die Zellen pressen und flachen sich gegen einander ab und erscheinen dadurch unregelmäßig geformt. Je weiter wir uns zur Basis bewegen, desto mehr tritt die Differenzirung der Zellen zu Eizellen hervor, und an der Basis selbst sind schon fertig gebildete Ovocytenzellen zu erkennen. Sie besitzen eine runde bis ovale Gestalt und enthalten excentrisch das helle Keimbläschen mit dunkel gefärbtem Keimfleck, um welchen herum das Plasma besonders angehäuft zu sein scheint. Die Anlage des Follikels hat hier schon weitere Fortschritte gemacht, wenn auch die Eier noch nicht in ihrem ganzen Umfang von Follikelzellen umgeben sind. Diese enthalten, wie bei starken Vergrößerungen wahrzunehmen ist, deutlich ovale Kerne mit Kernkörperchen.

Der äußere ektodermale Rand, von dem ich bei der ersten Anlage des Geschlechtsorganes gesprochen habe, hat sich zu einer ansehnlichen, epithelialen Hülle entwickelt, die besonders stark hervortritt. Die Zellen darin sind nicht scharf begrenzt, besitzen aber deutliche chromatinreiche, ovale Kerne.

Während der Eierstock unpaar auftritt, sehen wir in Fig. 29 zu beiden Seiten des Ektoderms also paarig Anhäufungen kleiner bläschenförmiger, mit Kernen versehener Gebilde, die zweifellos als Hoden zu deuten sind. Ihr Auftreten im Verein mit weiblichen Geschlechtsprodukten erweist immerhin die gelegentlich auftretende Zwittrigkeit von *Alcyonidium mytili*, wenn man auch nicht gerade häufig hermaphrodite Individuen zu Gesicht bekommt. Theoretisch liegt es nahe, daraus auf eine Selbstbefruchtung zu schließen, wie es Calvet getan hat. Bei *Alcyonidium mytili* aber ist ein solcher Akt der Zeugung im höchsten Grade unwahrscheinlich, da nie zu einer Zeit in einem Individuum reife Eier und reife Spermatozoen anzutreffen sind. Es scheint sich in den wenigen Fällen, wo zwittrige Formen vorkommen, um Protogynie zu handeln, indem im Gegensatz zu schon befruchtungsfähigen Eiern die Hoden noch in den ersten Anfängen der Bildung begriffen sind. Wie sich weiterhin die Hoden entwickeln und Spermatozoen aus sich hervorgehen lassen, habe ich nicht verfolgt, ich verweise da auf die Arbeit von Korotneff (20), der an der besonders dazu geeigneten *Alcyonella fungosa* Untersuchungen in dieser Hinsicht anstellte.

Was das Polypid (Fig. 29) anbetrifft, so zeigt es nicht mehr die normale Beschaffenheit, sondern beginnt der Rückbildung anheimzufallen, welche durch das Aufstreben des Ovariums bedingt zu sein scheint. Von den Tentakeln, die ehedem klar und deutlich zu Tage getreten sind, ist nichts mehr zu sehen, sie sind sämtlich zerfallen und eingeschmolzen, und nur die sie umkleidende Tentakelscheide ist noch kenntlich, wenn sie auch nicht mehr die histologischen Einzelzeiten unverändert erkennen läßt. Auch der Verdauungskanal verrät durch seine schwache Färbbarkeit, daß er in Rückbildung eingetreten ist, während das mesodermale Darmfaserblatt sich vorerst unverändert erweist und keinerlei Spuren beginnenden Verfalles zeigt.

Einen weiteren Fortschritt der Degeneration versuche ich durch Fig. 30 zu veranschaulichen. Die Geschlechtsprodukte haben sich stärker entwickelt, sind bis zur Mitte des Zooeciums gerückt und haben auf das Polypid anscheinend einen solchen Druck ausgeübt, daß dieses bereits den größten Teil seines Darmes eingebüßt hat. Und doch ist es noch möglich, einige Abschnitte desselben zu erkennen und zu deuten. So glaube ich in jenem rundlichen Körper den veränderten Blindsack, in dem birnförmigen Gebilde das Rectum wiederzuerkennen und in dem rechts davon gelegenen Abschnitt die Reste des Cardialteiles sehen zu müssen. Was jedoch die am meisten außen gelegene, längliche Bildung vorstellt, entzieht sich meiner Kenntnis, vielleicht ist sie die zusammengeschrumpfte Tentakelscheide.

Auffallend ist es, daß bisher die Muskeln dem Verfall widerstanden haben und gleichwie das Darmfaserblatt sogar noch histologische Details unverändert aufweisen.

Doch währt dieser Zustand nicht allzu lange. Bald schwinden die letzten sichtbaren Elemente, und wir erhalten den braunen Körper, der von Römer näher untersucht worden ist. Darnach ist dieses Gebilde ziemlich kompliziert zusammengesetzt. Es besteht aus einer äußeren mesenchymatösen Hülle mit deutlichen Kernen und einer inneren Substanz, die nicht selten scharf begrenzte Zellen und darin Kerne aufweist, die an die ehemaligen Entodermzellen erinnern.

Was die physiologische Funktion des braunen Körpers anbetrifft, glaubt Römer, daß dieser als Nährmaterial bei der Regeneration des Polypids dient, indem in Zooecien, in denen sich ein neues Polypid bildet, der braune Körper verschwindet.

Wenn ich oben darauf hinwies, daß die Degeneration durch die Bildung der Geschlechtsprodukte bedingt zu sein scheint, so liegt es mir doch fern, sie allein als ursächliches Moment hinzustellen, da auch Polypide degenerieren, in deren Zooecien keine Spur von Ei oder Hoden sichtbar ist, so daß ich Ehlers beipflichten muß, wenn er sagt: „Welche Vorgänge es sind, durch welche die Histolyse herbeigeführt wird, ist noch aufzuklären . . . . daß eine ungenügende Ernährung den Vorgang der Histolyse herbeiführt, ist nach den Angaben Korotneffs wahrscheinlich; sollte etwa auch die

Entwicklung der Eier im Innern des mütterlichen Körpers das Gleiche veranlassen?"

Wenn ich nunmehr zur Fig. 30 zurückkehre und den Eierstock betrachte, so erscheint mir dieser im Vergleich zu Fig. 29 schon völlig ausgebildet. Sämtliche in ihm enthaltene Zellen sind Ovocyten-Eizellen, die ein helles Keimbläschen und einen dunkel tingirten Keimfleck besitzen und von einer Follikelmembran umgeben sind.

Die kleinen Zellen, die in Fig. 29 durch unregelmäßige Grenzen von einander getrennt waren, sind hier größtenteils geschwunden, sie scheinen als Nährmaterial aufgebraucht zu sein. Die vorhin beschriebene Epithelhülle ist nicht mehr straff gespannt, sondern erscheint gefaltet und gebuchtet und dadurch ausgezeichnet, daß sich an sie ziemlich starke Muskelstränge inserieren. Ob diese alle dem M. retractor entstammen, dürfte zweifelhaft sein, wenn sie sich auch wie der Retractor mit verbreiterten Enden an dem ektodermalen Hautepithel ansetzen.

Die weiteren Vorgänge, die den Eierstock betreffen, sowie die Befruchtung und die Embryonen habe ich im einzelnen nicht beobachtet, ich möchte daher nur einige wesentliche Punkte herausgreifen.

Fig. 31 stellt eine ektodermale Ausstülpung dar, an der sich zwei Abschnitte unterscheiden lassen, ein sackförmiger Teil, der drei Embryonen in sich birgt, und ein flaschenförmiger Kanal, durch welchen die Embryonen nach außen gelangen müssen.

Bei oberflächlicher Betrachtung aber scheint es ausgeschlossen, daß dieser enge Kanal für den Durchtritt der Larven genügend Raum bietet, und erst bei stärkerer Vergrößerung läßt sich erkennen (Fig. 32), daß der Kanal äußerst dehnbar ist. Er besitzt halb circulär verlaufende Fibrillen von ansehnlicher Breite und Länge, die in geringer Entfernung von einander fast parallel angeordnet sind und dem Kanal muskulöse Kraft verleihen.

Die Zellen des Kanales sind kubisch, enthalten einen ovalen Kern mit Kernkörperchen und erscheinen bedeutend höher als die Zellen der tief gefalteten und gebuchteten die Embryonen einschließenden Hülle.

Durch Muskelstränge ist die Einstülpung an die ektodermale Wandung befestigt. Einige Fasern inserieren am Kanal, einige an der Hülle. Besonders die letzteren sind schön ausgeprägt und in Fig. 33 wiedergegeben. Die Hülle ist gerade an der Stelle, an der ich sie abgebildet habe, zu einem spitzen Winkel ausgezogen, an dessen Scheitel drei Fasern inserieren. Von diesen sind zwei nur auf eine kurze Strecke zu verfolgen, während die dritte Faser bis zum Ektoderm reicht. Das Sarkoplasma, das die fibrilläre Substanz gebildet hat, ist dunkel gefärbt und enthält einen scharf hervortretenden, ovalen Kern.

Was endlich den in Fig. 31 nicht weit vom Ektoderm gelegenen, im Querschnitt runden Körper anlangt, so stellt dieser die letzten Reste eines degenerierten Polypids dar.

Hand in Hand mit den eben beschriebenen Veränderungen und mit der Bildung der Geschlechtsprodukte gehen andere Umwandlungen des Ektoderms und der Leibeshöhle vor sich.

Das Ektoderm läßt Gebilde aus sich hervorgehen, die wir vordem nie haben wahrnehmen können. So sehen wir in Fig. 34 a—c kleine runde Körper in der Leibeshöhle, die alle ihren Ursprung dem Ektoderm verdanken.

In Fig. 34a ist das Anfangsstadium der Bildung kenntlich. Es liegen im Ektoderm mehrere runde Körper, von denen der größte, oberhalb eines Kernes gelegene den inneren Rand des Ektoderms, von dem er nur durch eine schmale Protoplasmaleiste getrennt ist, ein wenig aufgetrieben hat. In b ist der Körper wesentlich größer geworden und mit ihm die Auftreibung des Ektoderms, dem er eng anliegt, in c dagegen liegt er schon in der Leibeshöhle, außerhalb seiner Bildungsstätte.

Mit der Zunahme der Größe der Körper scheint auch ihre Färbbarkeit sich zu steigern. Während sie sich in ihrem Anfangsstadium mit Alaun-Karmin nur schwach färben lassen und auch bei Doppelfärbungen mit Haematoxylin und Orange G. nur hell gelb erscheinen, nehmen die größeren und größten Körper den Farbstoff sehr begierig auf.

Mitunter treten mit diesen Körpern auch Kerne aus (Fig. 35), die an der Basis oder nach der Leibeshöhle zu gelegen sein können und von jenen durch eine dünne protoplasmatische Lage geschieden sind.

An diesen mit Kernen versehenen Gebilden konnte ich nie eine Struktur wahrnehmen, wohl aber mitunter an denjenigen, welche einen Kern entbehren. Fig. 34c zeigt einen solchen Körper, der sich grob gekörnelt erweist, und es erscheint die Annahme nicht unberechtigt, daß sich der Kern umgewandelt und Chromidien gebildet habe.

Was die Körper für eine Bedeutung haben, habe ich nicht eruieren können und will nur die Vermutung aussprechen, daß sie als Nahrung dienen.

In den Figg. 32 u. 35 erkennt man fernerhin, daß sich auch gesonderte Kerne mit Protoplasmasträngen aus dem ektodermalen Verband abschnüren, und man kann hiervon mannigfache Stufen der Entwicklung beobachten. Ich will nur auf das Endstadium hinweisen, auf die Mesodermzellen mit den typisch amoeboiden Fortsätzen, welche in der Leibeshöhle von Geschlechtsindividuen verhältnismäßig zahlreich vorhanden sind.

Die Leibeshöhle zeichnet sich außerdem noch dadurch aus, daß sie mit einem Coagulum erfüllt ist, was erklärlich ist, wenn man daran denkt, daß eine Verdünnung durch Meereswasser, wie sie durch den Ein- und Ausstülpungsprozess von Polypiden bedingt wird, hier nicht mehr möglich ist.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich noch eines Organes gedenken, das nur bei einigen Arten beobachtet worden ist und von den Autoren als Intertentakularorgan angesprochen wird.

Farre war der erste, der es beschrieben und, wie ich schon oben gezeigt habe „flaskshaped body“ benannt hat, ohne dieses Organ deuten zu können.

Hincks hat es bei *Membranipora membranacea* und sogar bei *Alcyonidium mytili* gesehen und darin einen Ausführungsapparat für den Samen vermutet ebenso wie Van Beneden, der ihm noch Funktionen eines Oviduktes zuspricht.

Ehlers hingegen hat das Gebilde in Lage und Form völlig übereinstimmend bei allen Individuen eines Lepralia-Stockes angetroffen und sich davon überzeugt, daß es Parasiten seien.

Was mich anbetrifft, so habe ich es sehr selten gesehen. In den wenigen Fällen, wo es vorhanden war (Fig. 36) gleicht es dem von Prouho (26) für *Alcyonidium albidum* als „conduit général“ bezeichneten Kanal. Es liegt unfern der Tentakelscheide und setzt sich aus einer einschichtigen Zellage zusammen, in der deutlich ovale Kerne gelegen sind.

Zuerst schien mir das Gebilde ein abgebrochener oder rückgebildeter Tentakel zu sein, da von einem funktionierenden Eileiter bei *Alcyonidium mytili*, wo die Eier innerhalb der Leibeshöhle befruchtet werden, nicht die Rede sein kann. Ich will es dahingestellt sein lassen, worum es sich hier handelt, vielleicht haben wir es mit einem rudimentären Organ zu tun, welches im Schwinden begriffen ist, welches bei dem nah verwandten *Alcyonidium albidum* sich noch vollkommen funktionsfähig erhalten hat.

Rostock, Mai 1906.

Literaturverzeichnis.

1. Linnaei Caroli. Systema naturae Editio X. Lipsiae 1758.
2. Lamouroux, J. Histoire des polypiers corralligènes flexibles. Paris 1816.
3. Farre. On the structure of ciliobranchiate Polypi. Philosoph. Transactions London 1837.
4. Hassall, A. Description of two new genera of irish Zoophytes. The Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. VII London 1841.
5. Beneden, Van. Recherches sur l'anatomie, la physiologie et le développement des Bryozaires 1844.
6. Dalyell, Sir J. G. Remarkable animals of Scotland 1847.
7. Smitt, F. A. Skandinav. Hafs-Bryozoa I—IV Stockholm 1868.
8. Nitsche, H. Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Band XX u. XXI 1870 u. 1871.
9. Derselbe. Beiträge zur Anatomie u. Entwicklungsgesch. d. phylaktolämen Bryozoen. Archiv für Anatomie, Physiologie u. wiss. Medizin. Leipzig 1868.
10. Claparède, Ed. Beiträge z. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXI. 1871.
11. Hartmann, R. Einiges über Halodactylus diaphanus. Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wiss. Medizin. Leipzig 1871.
12. Salensky. Untersuchungen an Seebryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIV 1874.
13. Ehlers, E. Hypophorella expansa. Abhandl. d. königl. Gesell. d. Wissenschaften z. Göttingen 1876.
14. Joliet, M. Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires. Arch. de Zool. exp. et gen. VI. Paris 1877.
15. Hincks, Th. A History of the British Marine Polyzoa. London 1880.
16. Kohlwey, H. Über Bau und Leben von Halodactylus diaphanus. Dissert. Halle 1882.
17. Claus, C. Grundzüge der Zoologie. Marburg 1882.
18. Harmer, B. The structure and development of Loxosoma. Quart. Journ. of micr. sc. XXV 1885.
19. Kraepelin, K. Die deutschen Süßwasser-Bryozoen. Band I u. II. Hamburg 1887.
20. Korotneff, A. Beiträge z. Spermatologie. Archiv f. mikr. Anatomie 31. Band 1887.
21. Freese, W. Anatomisch-hist. Untersuchung von Memprani-pora pilosa. Berlin 1888. Dissert.
22. Ehlers, E. Zur Kenntnis der Pedicellinen. Band 36. Abh. d. Königl. Ges. d. Wiss. Göttingen 1890.

23. Oka, A. Observations on fresh-water Polyzoa. Journ. of the college of sc., Univ. Jap. Vol. IV Pt. I 1890.
24. Braem, F. Untersuchungen über Bryozoa des süßen Wassers. Bibl. Zool. Heft 6. 1. Hälfte Cassel 1890.
Derselbe. Die geschlechtliche Entwicklung von Plumatella fungosa. Bibl. Zool. Heft 23. 1. Hälfte. Stuttgart 1897.
25. Harmer, S. On the Structure of the Excretory Processes in Marine Polyzoa. Quart. Journ. f. Micr. Sc. 1891.
26. Prouho, H. Contribution à l'historie des Bryozaires. Arch. de Zool. exp. et gen. 2. Ser. Tome X 1892.
27. Cori, C. Die Nephridien der Cristatella. Zeitsch. f. wiss. Zool. Band 55. 1893.
28. Ladewig, K. Über die Knospung der ektoprokten Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Band 67. 1900. Dissert.
29. Calvet, L. Bryozaires. Montpellier 1900. Dissert.
30. Schulz, K. Untersuchungen über den Bau der Bryozoen. Dissert. Berlin 1901.
31. Harmer, S. On the Morphology of the Cheilostomata. Journ. of micr. sc. 46. Band 1903.
32. Stiasny, G. Beitrag zur Kenntnis des Excretionsapparates der Entoprocta. Arbeiten aus dem zool. Institut in Wien XV 1905.
33. Zarnik, B. Über Zellenauswanderungen in der Leber und im Mitteldarm von Amphioxus. Anatomischer Anzeiger XXVII 1905.
34. Römer, O. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 84, 3. Heft Leipzig 1906.

Erklärung der Abbildungen.

az = austretende Zelle
aek = äußeres Ektoderm
bl = Blindsack
ca = Cardia
cu = Cutikula
cy = Cystid
d = Diaphragma
ek = Ektoderm
ekh = ektodermale Hülle
em = Embryo
fo = Follikel
g = Ganglion
gk = Geschlechtskanal
gr = Gregarine
gz = Ganglienzelle
h = Hoden
iek = inneres Ektoderm
io = Intertentakularorgan (?)
k = Kern
lb = Leibeswand
mes = Mesenterium
ms = Mesoderm
mz = Mesodermzelle
mf = Muskelfaser
mfi = Muskelfibrille
mp = Musculus parietalis
mpd = Muscul. parieto diaphragmaticus
mpv = Musculus parietovaginalis
mr = Musculus retractor
moe = Mundöffnung
n = Nerv
oe = Ösophagus
p = Polypid
ps = Punktsubstanz
r = Rectum
rk = Ringkanal
rkp = runder Körper
s = Sinneszelle
ss = sarkoplasmatische Substanz
ts = Tentakelscheide

Fig. 1. Alcyonidium mytili; ein Tier mit ausgestreckter Tentakelkrone Seibert Obj. I Ok. 2.

Fig. 2. Dasselbe mit eingestülpter Tentakelkrone Seibert Obj. I Ok. 2.

Fig. 3. } Fig. 4. } Polypide von Alcyonidium mytili Seibert Obj. I Ok. 2.

Fig. 5. Querschnitt durch das Ektoderm Zeiss $^1/_{18}$ Öl. Imm. Ok. 3.

Fig. 6. Querschnitt durch die Tentakelkrone an ihrem basalen Abschnitt. Seibert Obj. V Ok. 2.

Fig. 7. Querschnitt durch die Tentakelkrone an ihrer Spitze und durch das Rectum Seibert Obj. V Ok. 2.

Fig. 8. a—c einzelne Tentakel unterhalb der Spitze im Querschnitt Zeiss $^1/_{18}$ Öl Imm. Ok 3.

d. ein Tentakel an der Spitze im Querschnitt Zeiss. $^1/_{18}$ Öl Imm. Ok. 3.

Fig. 9. Optischer Längsschnitt durch die mittlere Region eines Tentakels. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Imm. Ok. 2.

Fig. 10. Flächenbild eines Tentakels an der Spitze. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.

Fig. 11 a u. b. Muskelfasern eines Tentakels. Längsschnitt $^1/_{18}$ Öl Ok. 4.

Fig. 12 a u. b. Isolierte Ektodermzellen eines Tentakels. Klopfpräparat. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok 4.

Fig. 13 a—c. Sinneszellen im Ektoderm der Tentakel. Klopfpräparat. $^1/_{18}$ Öl Ok. 4.

Fig. 14. Oesophagus-Epithel. Längsschnitt. Seibert Obj. V Ok. 2.
a) Muskulatur des Oesophagus. Längsschnitt. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 1.
Fig. 15. Querschnitt durch das Ganglion. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 3.
Fig. 16. Oesophagus. Querschnitt. Seib. Obj. V Ok. 2.
Fig. 17. Oesophagus. Flächenansicht. Seib. Obj. VI Ok. 2.
Fig. 18. Cardialteil. Quersch. Seib. Obj. V Ok. 2.
Fig. 19. Blindsack. Quersch. Seib. Obj. V Ok. 2.
Fig. 20. Eine Vakuole desselben. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 3.
Fig. 21. Isolierte Zellen des Blindsackes. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 3.
Fig. 22. Rectum mit ausgetretenen Zellen. Seibert Obj. IV Ok. 2.
Fig. 23. Längsschnitt durch das Rectum. Seib. Obj. V Ok. 2.
Fig. 24. Teil der Wandung des Cardialteils mit Parasiten. Zeiss $^1/_{18}$ Ol Ok. 2.
Fig. 25. Teil der Wandung eines Cardialteils mit austretenden Zellen. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.
Fig. 26 a u. b. Querschnitte durch den Musc. retractor eines stark retrahierten Tieres. Seib. Obj. II Ok. 2.
Fig. 27. Muskelfasern.
a) Längsschnitt, b) Querschnitt } Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 3.
Fig. 28. Querschnitt durch die erste Anlage des Eierstockes. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.
Fig. 29. Totalbild eines in Degeneration begriffenen Tieres; Eierstock noch nicht reif. Seibert Obj. II Ok. 2.
Fig. 30. Totalbild eines fast ganz degenerierten Tieres; Eierstock reif. Seibert Obj. II Ok. 2.
Fig. 31. Querschnitt durch ein drei Embryonen enthaltendes Zooecium. Seibert Obj. I Ok. 1.
Fig. 32. Ein Teil seiner Leibeswand. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.
Fig. 33. Muskelfasern, welche die die Embryonen umschließende Hülle mit der Leibeswand verbinden. Zeiss $^1/_{12}$ Öl Ok. 1.
Fig. 34 a—c. Verschiedene Stadien der aus dem Ektoderm austretenden runden Körper. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.
Fig. 35. Aus dem Ektoderm austretende mit Kernen versehene Körper. Cuticula fehlt. Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.
Fig. 36. Längsschnitt durch das Intertentakularorgan (?) Zeiss $^1/_{18}$ Öl Ok. 2.